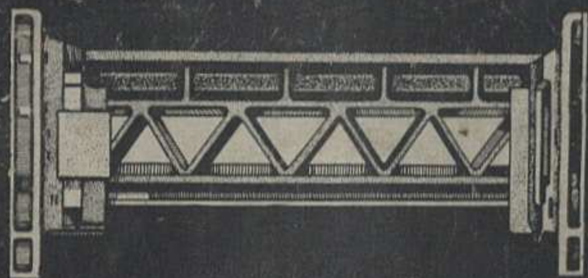
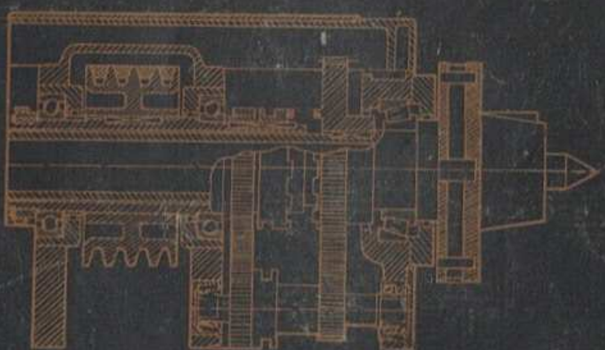


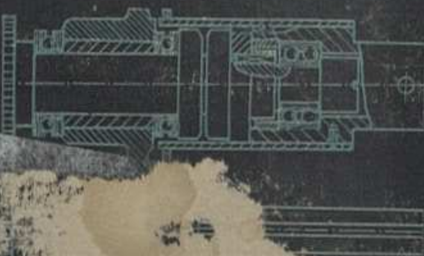
कातन यंत्राचे अंतरंग















लेखक- शंकर गोपाळ भिडे

साहित्य आणि संस्कृति मंडळाची तांत्रिक व वैज्ञानिक प्रकाशने

- अणुयुग
  डॉ. वि. त्र्यं. आठवले
- रेडिओ दुरुस्ती
  श्री. वि. सोहोनी
- रेडिओ : रचना आणि कार्य
  श्री. वि. सोहोनी
- स्थापत्य शिल्पकोश
  रा. वि. मराठे
- पारिभाषिक संज्ञांचा व्याख्याकोश
  गो. रा. परांजपे
- ग्रह-गणित-मालिका
  कै. द. वें. केतकर
- प्राणिसृष्टी भाग १, २
  डॉ. म. वि. आपटे
- माणसाचा मेंदू आणि त्याचे कार्य
  डॉ. म. ग. गोगटे
- देशनांक-निर्देशांक
  चं. न. डफाळ
- संक्षिप्त संख्यानक
  चं. न. डफाळ

वेष्टन संकल्पन : पुंडलीक वानखेडे

कातन यंत्राचें अंतरंग

लेखक

शंकर गोपाळ भिडे



महाराष्ट्र राज्य साहित्य आणि संस्कृति मंडळ

प्रथमावृत्ती, जून १९७२

प्रकाशक
सचिव
महाराष्ट्र राज्य साहित्य आणि संस्कृति मंडळ
सचिवालय, मुंबई-३२

मुद्रक
व्यवस्थापक
शासकीय मध्यवर्ती मुद्रणालय
मुंबई-४

मूल्य : १ रुपया ९५ पैसे

तथैव ज्ञानकर्मभ्यां प्राप्यते ब्रह्म शाश्वतम् ।

—गीतारहस्य, पृ. ३३६

श्रेय नामावली

महाराष्ट्र राज्य साहित्य आणि संस्कृति मंडळ
मुंबई

रावबहादूर श्री. शंभोराव जांभेकर

डॉ. श्री. कृ. ह. ओगले
माजी प्राध्यापक, व्ही. जे. टी. आय., मुंबई

डॉ. श्री. पु. का. केळकर
संचालक, इंडियन इन्स्टिटयूट ऑफ टेक्नॉलॉजी, मुंबई

डॉ. श्री. ब. सं. चित्तवाड्गी
प्राध्यापक, इंडियन इन्स्टिटयूट ऑफ टेक्नॉलॉजी, मुंबई

डॉ. श्री. य. ना. वापट
प्राध्यापक, इंडियन इन्स्टिटयूट ऑफ टेक्नॉलॉजी, मुंबई

श्री. स. आ. सप्रे
व्यवस्थापक, शासकीय मध्यवर्ती मुद्रणालय, मुंबई

श्री. प. गो. शिरगांवकर
कला कार्याधिकारी, शासन मुद्रण आणि लेखन सामग्री विभाग, मुंबई

श्री. अ. रा. गोखले
प्रमुख कलाकार, शासन मुद्रण आणि लेखन सामग्री विभाग, मुंबई

श्री. वि. सी. पंडित
तांत्रिक सल्लागार, औद्योगिक अभियांत्रिकी

डॉ. श्री. वेंकटरमण
इंडियन इन्स्टिटयूट ऑफ टेक्नॉलॉजी, मुंबई

श्री. काशीपती
इंडियन इन्स्टिटयूट ऑफ टेक्नॉलॉजी, मुंबई

सौ. पद्मजा भिडे

श्री. कमलाकर पुसाळकर

इंडियन इन्स्टिटयूट ऑफ टेक्नॉलॉजीमधील ग्रंथालयाचा कर्मचारीवर्ग

निवेदन

मराठी भाषेला विद्यापीठाच्या भाषेचा दर्जा येण्याकरिता मराठीत विज्ञान, तत्त्वज्ञान, सामाजिक शास्त्रे आणि तंत्रविज्ञान या विषयांवरील ग्रंथांची रचना मोठ्या प्रमाणावर होण्याची आवश्यकता आहे. वरील विषयांवर केवळ परिभाषाकोश अथवा पाठ्यपुस्तके प्रकाशित करून अशा प्रकारचा दर्जा मराठी भाषेला प्राप्त होणार नाही. सर्वसामान्य सुशिक्षितांपासून तो प्रज्ञावंत पंडितांपर्यंत मान्य होतील अशा ग्रंथांची रचना व्हावयास पाहिजे. मराठी भाषेत किंवा अन्य भारतीय भाषांमध्ये विज्ञान, सामाजिक शास्त्रे व तंत्रविज्ञान या विषयांचे प्रतिपादन करावयास उपयुक्त अशा परिभाषासूची किंवा परिभाषाकोश तयार होत आहेत. परिभाषा किंवा शब्द यांचा प्रतिपादनाच्या ओघात समर्पकपणे वारंवार प्रतिष्ठित लेखांत व ग्रंथांत उपयोग केल्याने अर्थ व्यक्त करण्याची त्यांत शक्ती येते. अशा तऱ्हेने उपयोगात न आलेले शब्द केवळ कोशात पडून राहिल्याने अर्थशून्य राहतात. म्हणून मराठीला आधुनिक ज्ञानविज्ञानांची भाषा बनविण्याकरिता शासन, विद्यापीठे, प्रकाशनसंस्था व त्या त्या विषयांचे कुशल लेखक यांनी ग्रंथरचना करणे आवश्यक आहे.

वरील उद्देश ध्यानात ठेवून महाराष्ट्र राज्य साहित्य आणि संस्कृति मंडळाने कार्यक्रम आखला आहे. त्या कार्यक्रमातील पहिली पायरी म्हणून सामान्य सुशिक्षित वाचकवर्गाकरिता सुबोध भाषेत लिहिलेली

विज्ञान व तंत्रविषयक पुस्तके प्रकाशित करून स्वल्प किंमतीत देण्याची व्यवस्था केली आहे. या विज्ञानमालेतील श्री. शं. गो. भिडे यांनी लिहिलेले "कातनयंत्राचे अंतरंग" हे बाविसावे पुस्तक होय.

लक्ष्मणशास्त्री जोशी
अध्यक्ष
महाराष्ट्र राज्य साहित्य आणि संस्कृति मंडळ
सचिवालय, मुंबई

दिनांक २९ एप्रिल १९७२

प्रस्तावना

कातन यंत्रावर (लेथवर) काम करणाऱ्या यांत्रिकाला, त्या यंत्राच्या अंतरंगाची व सर्व सुट्या भागांची माहिती असणे अत्यंत जरूर आहे. रा. भिडे यांनी या पुस्तकात ही सर्व माहिती चित्रांच्या साहाय्याने दिली आहे. शिवाय हे भाग कसे तयार केले जातात ह्याचीही सांगोपांग माहिती यात आहे.

ह्या अनुरोधाने ओतकामाची, पॅटर्न करण्याची, हीट-ट्रीटमेंटचीही माहिती खुलासेवार देताना इंग्लिश शब्दांना पर्यायी नवीन मराठी शब्द वापरून मराठी भाषेत मोलाची भर घातली आहे. यंत्रालयात काम करणाऱ्याला हे नवीन शब्द किती उपयोगी पडतील याबद्दल मात्र शंका वाटते.

या पुस्तकात दिलेली माहिती फार परिश्रमपूर्वक रा. भिडे यांनी निरनिराळ्या संदर्भ ग्रंथांतून एकत्र करून सुसंबद्ध रीतीने दिली आहे. यामुळे वाचकांना अधिक माहिती लागल्यास त्यांना त्यासंबंधी कोणते ग्रंथ पाहावे हे सहज कळून येईल. या पुस्तकातील माहिती वाचताना रा. भिडे यांनी निरलसपणे या विषयासंबंधी किती विस्तृत वाचन केले व जरूर ती माहिती किती विविध ठिकाणांहून मिळवून ती सुसूत्रपणे एके ठिकाणी या पुस्तकात आणली हे प्रकर्षाने जाणवते.

सर्वच माहिती उपयुक्त असली तरी त्यातल्या त्यात लेथची (कातन यंत्राची) तयार झाल्यावर जी तपासणी (Inspection) करायची ती फार महत्त्वाची आहे. कारण यासंबंधीची माहिती लेथ आपल्या देशात बनू लागण्यापूर्वी फारशी कोणास नव्हती. इतर माहिती पुष्कळांना होती, कारण त्या प्रकारची कामे आपल्या देशात निरनिराळ्या कारखान्यांत होत असत.

जेव्हा लेथ, मोठ्या प्रमाणात आपल्याकडे बनू लागले तेव्हा तपासणीची जरुरी भासू लागली. कारण ही यंत्रे कशी तरी बनवून भागणार नव्हते. या यंत्रांतून होणारे काम अचूक होणे अपेक्षित होते.

तसेच, अशी कामे पुढे कित्येक वर्षे व्हावी अशी लेथ बनविणाऱ्या कारखानदारांची तशीच वापरणाऱ्या गिऱ्हाइकांचीही अपेक्षा असते. शिवाय, लेथचे सर्व भाग व्यतिहारक्षम (Interchangeable) असावे लागतात. यामुळे एका लेथचा कुठलाही भाग दुसऱ्या त्याच मापाच्या लेथला बसतो व तेथे तो योग्य प्रकारे काम देतो.

वरीलप्रमाणे यंत्राचे भाग ज्या लेथवर बनवायचे त्याची अचूकता किती असावी याचे कोष्टक पहिल्याने जर्मनीत डॉ. स्लासिंजर या अभियंत्याने केले. ते लवकरच जगन्मान्य झाले. आपल्या देशातही तेच कोष्टक मान्य झाले. आपल्या देशात बनणारे लेथ या कोष्टकाला अनुसरूनच तपासले जातात व त्यावर सरकारमान्यतेचा शिक्का मारला जातो.

रा. भिडे यांनी परिश्रमपूर्वक हे पुस्तक लिहिले आहे. हे नवीन कातकामाची माहिती घेणाऱ्यांस उपयुक्त होईल यात शंका नाही. वर्कशॉपमध्ये काम शिकणाऱ्यांस उपयुक्त होतील अशी पुस्तके इतर यंत्रांबद्दलही रा. भिडे यांनी लिहावी असे मला वाटते.

म. बा. जांभेकर

अभिप्राय

कातन यंत्रावर (लेथवर) काम करणारा कारागीर हा त्या यंत्राच्या बाह्यांगाशी चांगला परिचित असला तरच तो त्या यंत्राचा वापर कुशलतेने करू शकतो. पण यंत्राकडून जास्तीत जास्त काम काढण्यासाठी त्या यंत्राचे अंतरंगही कारागिराला चांगले अवगत असायला हवे. यंत्राचे अंतरंग म्हणजे यंत्राकडून करावयाच्या अपेक्षा व त्या दृष्टीने केलेली यंत्राची रचना, व त्याचे निरनिराळे, विशेषेकरून बाहेरून न दिसणारे भाग, ही सर्व माहिती, भागांची बनावट व त्यांवरील निरनिराळे उपचार यांसह, श्री. भिडे यांनी पुस्तकात सर्व तपशिलांसह पण थोडक्यात माहिती दिलेली असल्याने पुस्तक कातान्याला, त्याची निगा राखणान्या फिटरला, इतकेच काय पण यंत्रशाळेच्या अभियंत्यालाही उपयुक्त ठरावे. कारण त्यात दिलेली माहिती इतर यंत्रांनाही बऱ्याच प्रमाणात लागू पडणारी आहे. पुस्तकात अंतर्भूत केलेल्या आकृत्यांमुळे विषय समजण्यास खूपच मदत होईल.

अशा तऱ्हेचे मराठीत पुस्तक लिहिणे हे बरेच अवघड काम आहे. मुख्य अडचण पारिभाषिक शब्दांची होते. या बाबतीत लेखकाने खूपच कष्ट घेतलेले असले तरी व्यावहारिक दृष्टिकोनाचाही विसर पडू दिलेला नाही. वैज्ञानिक मराठी आताच कोठे रंगरूप घेऊ लागली आहे, नव्हे तिची आताच कुठे सुरुवात होत आहे. तेव्हा पुढे मागे शब्दांत जरी बदल झाला तरी पुढील आवृत्तीत त्याचा विचार होऊ शकेल. श्री. भिडे यांचे या उपयुक्त पुस्तकाबद्दल हार्दिक अभिनंदन. मराठी यांत्रिकांनी व तांत्रिकांनी पुस्तकाचा जरूर लाभ घ्यावा.

लक्ष्मी निवास, बी.ई.एस.टी.
डेपोसमोर, दादर, मुंबई

कृ. ह. ओगले

कशासाठी

दुसरे जागतिक महायुद्ध सुरू होताच त्या वेळच्या संरक्षण खात्याला तोफांचे गोळे बनविण्याची फार मोठी जरूर भासू लागली. ब्रिटिशांना हे युद्ध एकदम दोन आघाड्यांवर लढवावे लागल्यामुळे व अत्यंत आवश्यक म्हणून त्यांनी हिंदुस्थानात तोफांचे गोळे बनवू शकणारी यंत्रे कोण तयार करू शकतील त्याचा विचारविनिमय करण्यासाठी भारतीय कारखानदारांची एक बैठक बोलाविली. ह्या बैठकीला किर्लोस्कर उद्योग समूहाचे संचालक श्री. शंतनूराव किर्लोस्कर व त्यांचे सहकारी श्री. नानासाहेब गुर्जर हे हजर होते. सदरहू बैठकीनंतर काही दिवसांतच कातन यंत्राच्या केवळ एका चित्राच्या आधाराने किर्लोस्कर उद्योग समूहाने कातन यंत्र तयार करण्यात यश मिळविले (१९४०).* ह्यातूनच पुढे भारतीय यंत्रोपकरण निर्मिती व्यवसायाचा पाया घातला गेला.

कातन यंत्राचा शोध आधुनिक काळात जरी पाश्चिमात्य राष्ट्रांत लागलेला असला तथापि, कातन यंत्रामागील मुख्य कल्पना--वस्तूला गोलाकार देणे--भारतात सापडलेल्या ख्रिस्तपूर्व कालीन अवशेषांवरून मूळची भारतीय असल्याचे सिद्ध होते. तसेच कातन यंत्रनिर्मितीसाठी फार महत्त्वाची मानलेली धातू वितळण्याची क्रिया भारतीय लोकांना फार पुरातन काळापासून माहीत होती हे मुंबईनजीक असलेल्या कान्हेरी गुहांजवळ सापडलेल्या पुरातनकालीन भट्टीच्या अवशेषांवरून सिद्ध होते.

गेल्या सुमारे ९० ते १०० वर्षांच्या काळात कातन यंत्राच्या उपयोगात मुख्यत: दोन अवस्था झाल्या. प्रथमावस्थेत ह्या यंत्राचा उपयोग केवळ इतर यंत्रांची दुरुस्ती करण्यापुरताच केला जात असे. अलीकडील काळात विशेषत: गेल्या सुमारे तीस वर्षांपासून कातन यंत्राचा उपयोग मोठ्या प्रमाणातील उत्पादनासाठी मुख्यत: केला जाऊ लागला आहे ही दुसरी अवस्था होय. ह्याबरोबरच कातन यंत्राच्या जडणघडणीमध्ये व बाह्यांगामध्येही उत्पादनाच्या गरजांनुसार बराच बदल घडून येत आहे. अशा

*यांत्रिकाची यात्रा—श्री. शं. वा. किर्लोस्कर.

रीतीने एकूण उद्योगधंद्याचे स्वरूपच बदलत आहे. अशा परिस्थितीत निरनिराळ्या प्रकारच्या कातन यंत्रांचे थोडक्यात परीक्षण केल्यास ते उचित ठरावे.

भारतामध्ये पुरातन काळी वापरात असलेले कुंभाराचे चाक व पाय-रहाट तसेच इजिप्त व चीन देशांत वापरात असलेली पवनचक्की व हातरहाट ही कातन यंत्राच्या कल्पनेमागील अत्यंत पुरातन व सर्व-परिचित स्वरूपे होत. आधुनिक काळात कातन यंत्र लाकूडकामासाठी प्रथमत: वापरात येत असे. ह्या यंत्राला क्षैतिज सूत्रक (Longitudinal lead screw) असून काम मात्र हाताने फिरवावे लागे. अशा प्रकारचे कातन यंत्र १५६९ साली फ्रान्समध्ये वापरात असल्याचा दाखला मिळतो. यानंतर मात्र अर्वाचीन काळी इ. स. १७७४च्या सुमारास जॉन विल्किन्सन नावाच्या एका इंग्रज गृहस्थाने आपल्या कल्पनेनुसार कातन यंत्राची आधुनिक कल्पना मांडली, व त्यानंतर इ.स. १७९४मध्ये हेन्री मॉड्स्ले नावाच्या इंग्रजाने पहिले कातन यंत्र तयार केले.* ह्या-खेरीज इ. स. १७४१मध्ये घड्याळांचे सुटे भाग तयार करू शकणारे एक कातन यंत्र विलायतेस केल्याचा पुरावा सापडतो.† इ. स. १७९४ साली हेन्री मॉड्स्ले याने तयार केलेले कातन यंत्र मध्यम व मोठ्या प्रकारच्या कामासाठी वापरले जाई, व त्यावर सर्व प्रकारचे आंतरबाह्य कातन व आटे पाडण्याचे काम केले जात असे. ह्यापुढील काळातील एकूण औद्योगिक संशोधनामुळे व नित्य नूतन निर्माण केल्या गेलेल्या नव्या प्रकारच्या धातूंपासून बनविलेल्या हत्यारांमुळे वाढीव गतीत व दाबात काम करू शकणारी कातन यंत्रे निर्माण केली गेली. कातन यंत्रांचे पुढील मुख्य प्रकार आहेत:

१. केंद्रक कातन यंत्र (Centre lathe)
२. कॅपस्टन व टरेट कातन यंत्र
३. एकमुखी स्वयंचलित कातन यंत्र (Single spindle auto)
४. बहुमुखी स्वयंचलित कातन यंत्र (Multi-spindle auto)
५. दृश्यमानाकारी कातन यंत्र (Copy turning lathe)

---

* Britannica Encyclopaedia—1964.

† The Encyclopaedia of Workshop Practice—1961 (P. 321).

६. उभे टरेट यंत्र (Verticle turret lathe)
७. मुखपृष्ठ कातन यंत्र (Facing lathe)
८. रूळ कातन यंत्र (Roll turning lathe)
९. पटल कातन यंत्र (Table lathe)
१०. घड्याळजीचे कातन यंत्र (Watch-maker's lathe)
११. फीत नियंत्री कातन यंत्र (Tape control lathe)

ह्या सर्व कातन यंत्रांचे मूळ आधारभूत यंत्र म्हणून केंद्रक कातन यंत्र समजतात. ह्यावर, मुख्यत्वेकरून गोल कामावर आंतरबाह्य यंत्रण केले जाते. तसेच कोणत्याही प्रकारचे आटे तयार करणे, एखाद्या नगावर शाणन (Grinding) करणे, एखाद्या नगावर चावी गाळा करणे वगैरे आनुषंगिक कामे केली जातात. वरीलपैकी कॅपस्टन यंत्र आकाराने लहान अशा कामाचे शेकडो नग तयार करण्यासाठी वापरतात. तर टरेट यंत्र आकाराने तुलनात्मक मोठे काम शेकडोंनी करण्यासाठी वापरतात. एकमुखी व वहुमुखी स्वयंचलित कातन यंत्रे मात्र लहान व मध्यम आकाराच्या कामाचे एकसारखे हजारो नग तयार करावयाचे असतील तर वापरली जातात. ह्या यंत्रांचा उपयोग अगदी अलीकडील काळात लघु उद्योगांतूनही केला जात असल्याचे दिसून येते. उभ्या कातन यंत्रावर आकाराने फार मोठी कामे व अवजड कामे लावून त्यांचे यंत्रण करतात ; तर पृष्ठभाग कातन यंत्रावर मोठ्या चक्रांच्या पृष्ठभागांचे कातन केले जाते.

गेल्या सुमारे सात आठ वर्षांपासून उद्योगधंद्यांतून एका नवीन प्रकारच्या कातन यंत्राचा वापर केला जात आहे. ह्या कातन यंत्रावर नगाला अपेक्षित असा कोणताही दृश्यमानाकार (Profile) देता येतो. ह्या जातीच्या काही अत्यंत आधुनिक यंत्रांतून यंत्राचे नियंत्रण करण्यासाठी एक फीत (Tape) जोडलेली असते. ह्यांनाच 'फीत नियंत्री' कातन यंत्र (Tape control turning lathe) असे म्हणतात.

वरील सर्व विवेचनावरून दिसून येईल की, आधुनिक यंत्रोद्योगामध्ये या यंत्रासंबंधी पुष्कळ विचार चालू आहे. तथापि, ह्या यंत्रामागील माणसाचा विचार मात्र त्या प्रमाणात केल्याचे दिसून येत नाही. "यंत्रामागे काम करणाऱ्या कारागिराला" तो काम करीत असलेले यंत्र कसे करतात ते जाणून घेण्याची इच्छा असते असा अनुभव आहे. तो आपल्या

सहकाऱ्यांना व वरिष्ठांना त्यासंबंधी विचारण्याचा नेहमी प्रयत्न करीत असतो. तथापि, कारखान्यातील कामाच्या धावपळीत जो तो आपल्याच कामात मग्न असल्याने उत्सुक कामगाराची उत्सुकता नकळत मारली जाते, व त्याला यंत्रात रस वाटेनासा होतो, व तोही यंत्रावर निर्जीवपणे एक यंत्र म्हणूनच काम करतो. यंत्रातदेखील जीव आहे ही भावना जर कामगारांत निर्माण केली गेली तर तो त्याच यंत्राचा वापर अधिक डोळसपणे करील व त्याला यंत्रासंबंधी जिव्हाळा उत्पन्न होईल. अशा प्रकारे अपेक्षित असा यंत्राविषयीचा जिव्हाळा वाटेनासा होतो त्यावेळी ह्या यंत्रामागील माणसाचा राक्षस होतो. हा राक्षस यंत्राचा अत्यंत बेदरकारपणे वापर करून कित्येक यंत्रे मोडीत काढतो. अशा प्रकारे मोडीत निघालेल्या कित्येक यंत्रांमुळे आपल्या राष्ट्राचे सालोसाल फार मोठे नुकसान होत आहे.

"यंत्र कसे करतात" हे जाणून घेण्याची इच्छूक कामगाराची उत्सुकता वेळीच भागविल्यास तो "माणूस म्हणून वागेल" व त्याच्या मनात तो काम करीत असलेल्या यंत्राबद्दल आपुलकी व जिव्हाळा निर्माण होईल. त्यामुळे यंत्राचा वापर जास्त चांगल्या प्रकारे केला जाऊन त्यावर तयार केले जाणारे कामदेखील अधिक चांगले तयार होईल. अशा प्रकारे राष्ट्रीय उत्पादकता व कामगाराची वैयक्तिक उत्पादकता उंचावून अखेर त्याच्या रोजगारात भर पडेल व तो अधिक सुखी होईल अशी खात्री आहे. राष्ट्रीय उत्पादकता वाढविण्यास आपल्या परीने केलेला हा एक लहानसा प्रयत्न आहे.

वाचकाला सदरहू पुस्तकामध्ये जे चांगले वाटेल ते गेल्या दीडदोनशे वर्षांत काही मोजक्या संशोधकांनी व कामगारांनी चिकाटीने केलेल्या संशोधनाचे व अविरत मेहनतीचे दृश्यस्वरूप असेल. त्यांनी केलेल्या संशोधनरूपी गोरसाची एक कावड, मराठी मनाच्या क्षीरसागरात घालण्याचे भाग्य ईश्वराने दिले त्याबद्दल त्या जगन्नियंत्याचे शतशः आभार.

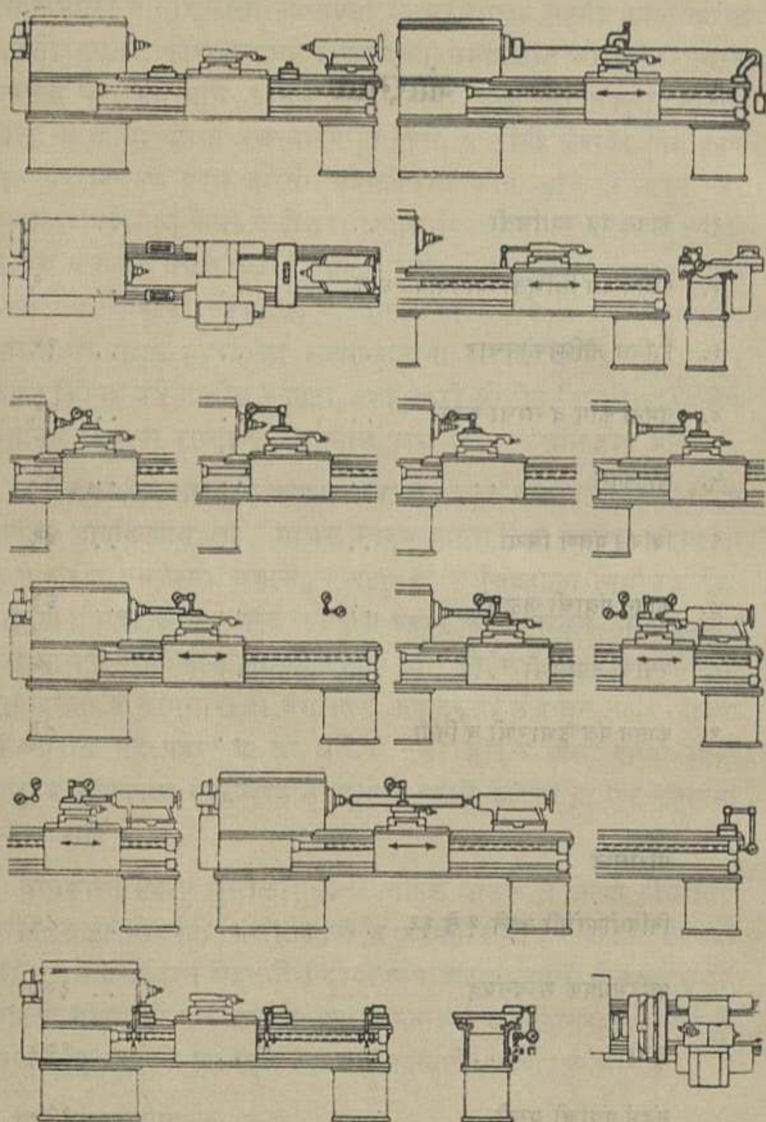
तुकोबा सांगतात—

फोडीले भांडार धन्याचा हा माल ।
मी तंव हमाल भार वाही ॥

शंकर गोपाळ भिडे

अंतरंगात

परिशिष्ट



कातन यंत्र तपासणीसाठी वापरात असलेला ज्यामितीय चाचण्यांचा तक्ता
(Testing Machine Tools—Dr. G. Schlesinger)

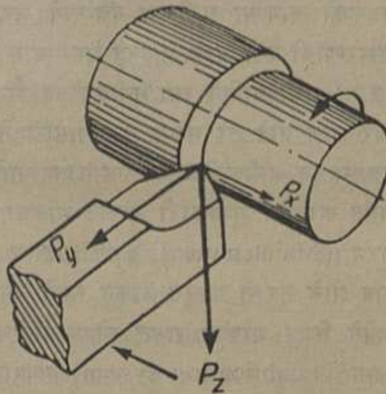
प्रकरण १

कातन यंत्र-ज्यामिती

कातन यंत्राच्या उत्पादनासंबंधी विचार करण्यापूर्वी कातन यंत्र-मिती अथवा कातन यंत्र-ज्यामिती (Machine Geometry) व कातन यंत्राच्या निरनिराळ्या प्रमुख अशा भागांवर धातूच्या कर्तनाचा (Cutting) होणारा परिणाम या दोन गोष्टींचा प्रामुख्याने विचार करणे अत्यंत आवश्यक आहे. ह्या दोन गोष्टींचा विचार केल्याने पुढील विचाराला एक प्रकारे वैचारिक बैठक प्राप्त होऊन त्यामुळे विषय समजण्यास जास्त सोपा होईल.

कोणत्याही कातन यंत्रामध्ये त्याचे (१) पट्ट (Bed), (२) तर्कू किंवा आस (Spindle) व (३) शेपटाचा आधार (Tail stock) हे तीन भाग अत्यंत महत्त्वाचे समजले जातात.

आकृती क्रमांक १



हत्यारावर पडणारे विविध कर्तन-दाब

वरील तीन भागच अत्यंत महत्त्वाचे समजले जाण्याचे कारण म्हणजे ज्यावेळी कोणतीही वस्तू कातली जाते त्यावेळी ती कापण्याच्या क्रियेमुळे वरील तीन भागांवरच कर्तन-दाबाचा परिणाम विशेषकरून होतो. यंत्रावर धातू कातली जात असताना

आकृती क्रमांक १ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे यंत्राचे पट्टावर व तर्कूवर, हत्यार धातू कापीत असताना, कर्तनाचा दाब (Cutting force) येतो. आकृती क्रमांक १ मधील बाणाने यंत्राचे तर्कूवर पडणारा व यंत्राचे पट्टावर पडणारा दाब दाखविला आहे. हत्याराने धातू कातली जात असताना कामाचे फिरत्या गतीमुळे हत्यार मागे म्हणजे यंत्रचालकाचे दिशेने ढकलले जाते. ह्या तीन प्रकारच्या दाबां (Forces)चे पुढील-प्रमाणे परिणाम दिसून येतात.

तर्कू.—यंत्राच्या तर्कूकडून पुढील गोष्टी अपेक्षित असतात:

१. तर्कू स्वत:च्या आसाभोवती अत्यंत अचूक फिरला पाहिजे.
२. तर्कू कंपनरोधक (Vibration resistant) असला पाहिजे.
३. तर्कू मजबूत, दाबरोधक, प्रघातरोधक व वाढीव उष्णतामानाला तोंड देऊ शकणारा अर्थात उष्णतारोधक असला पाहिजे.

वरील बाबींपैकी पहिली बाब, तो तर्कू ज्या भारू (Bearings) मध्ये फिरतो त्या भारूंची निवड करण्यावर, अवलंबून आहे. तसेच तर्कूची कंपनरोध क्षमता-देखील काही अंशी भारूंवरच अवलंबून असते. ह्या दोन प्रमुख अशा बाबींमुळे भारू निवडीच्या प्रश्नाला फारच प्राधान्य दिले जाते. म्हणूनच तीव्र गतीत काम करणाऱ्या आधुनिक कातन यंत्रांमध्ये तर्कूसाठी अलीकडील काळात शुंडाकारी वेल्लन भारू (Taper roller bearing) व प्रघात सहन भारू (Thrust bearing) वापरले जातात. मात्र काही चांगल्या प्रतीच्या यंत्रांमध्ये अद्यापही स्थिर भारू (Plain bearing) वापरण्याची प्रथा आहे. सदरहू स्थिर भारू यंत्रांना बसविल्या-मुळे यंत्र सतत कमी जास्त अशा पाहिजे त्या गतीमध्ये चालविल्यामुळे ह्या स्थिर भारूंची जी थोडी फार झीज होते ती भरून काढण्यासाठी नेहमी व्यवस्थित व चोकस लावावे लागतात. म्हणून अलीकडील काळात कातन यंत्रोत्पादक, शुंडाकारी वेल्लन भारू जास्त पसंत करतात. शुंडाकारी वेल्लन भारूचा दुसरा विशेष असा आहे की, त्यांचे संधारण (Maintenance) करणे अतिशय सोपे जाते. एखादे शुंडाकारी वेल्लन खराब झाले तर ते काढून टाकून त्याचे जागी नवे शुंडाकारी वेल्लन भारू बसविता येते. स्थिर भारूंना सतत स्नेहल पोहोचविण्यासाठी विशेष प्रकारची "स्नेहल योजना" (Lubrication system) वापरावी लागते. तर्कूच्या आवर्तनांमुळे तर्कूवर पडणारा कर्तन-दाब (Cutting force) सहन करण्याचे काम तर्कूला बसविलेल्या भारूचे असते व हे काम स्थिर भारूंपेक्षा शुंडाकारी वेल्लन भारू व प्रघात सहन भारू जास्त चांगल्या प्रकारे करू शकतात. तसेच तर्कूला बसणारी कंपने (Vibrations) कमी करण्याचे कार्य तर्कूच्या निमुळत्या भागाचे पाठोपाठ बसविलेल्या शुंडाकारी वेल्लन भारूंचे मागे असलेल्या मोठ्या दंतचक्रामुळे

काही प्रमाणात होत असते. चांगल्या यंत्राची स्वत:भोवती फिरण्याची अचूकता ०.०२ मि.मी.इतकी असते. तर विशेष चांगल्या यंत्राच्या बाबतीत ती ०.०१ मि.मी.इतकी असते.

पट्ट.—पट्टाचे मुख्य कार्य म्हणजे कर्तकाला यंत्राच्या मध्यरेषेशी संपूर्ण समांतर गती देणे, तर्कू ज्या गति नियंत्रक यंत्रणेमध्ये बसविलेला असतो तिला बैठक प्राप्त करून देणे व शेपटाच्या आधाराला संपूर्ण सरळ रेषेत तर्कूच्या दिशेने चाल प्राप्त करून देणे हे असते. ह्या तीन गरजा पूर्ण करण्याखेरीज पट्टाला पुढील गुणधर्म असावे लागतात :

१. पट्ट मजबूत व कठीण असावा लागतो.
२. पट्टाचा पृष्ठभाग झीज व उष्णतारोधक असावा लागतो.
३. यंत्राच्या चलित्राचा (Motor) जास्तीत जास्त उपयोग करून घेण्याच्या दृष्टीने जरी काम करावयाचे झाले तरीसुद्धा पट्ट वाढीव दाबाला (Force) तोंड देऊ शकणारा असावा लागतो.
४. यंत्राची एकूण कार्यकारी अचूकता (Working accuracy) पट्टावरच मुख्यत्वे अवलंबून असल्यामुळे ही कार्यकारी अचूकता पट्टाचे आयुष्यभर टिकून रहावी अशी अपेक्षा असते. पट्टाची अचूकता ०.०२ मि.मी./मीटर इतकी असते.

वर उल्लेखिलेल्या बाबींपैकी पट्टाचा संपूर्ण सरळपणा व त्याबरोबरच तो पट्ट यंत्राच्या मध्यरेषेशी समांतर असणे, ह्या दोन्ही गोष्टी तसेच पट्टाने शेपटाचे आधारास संपूर्ण सरळ चाल मिळण्याजोगी बैठक प्राप्त करून देणे ह्या गोष्टी यंत्रोपकरण (Machine tool) निर्मितीसाठी अत्यंत महत्त्वाच्या असतात.

पूर्वी आकृती क्रमांक १ मधील बाणाच्या दिशेने दाखविलेला दाब यंत्राच्या पट्टावर दोन प्रकारे येतो. त्यामुळे—

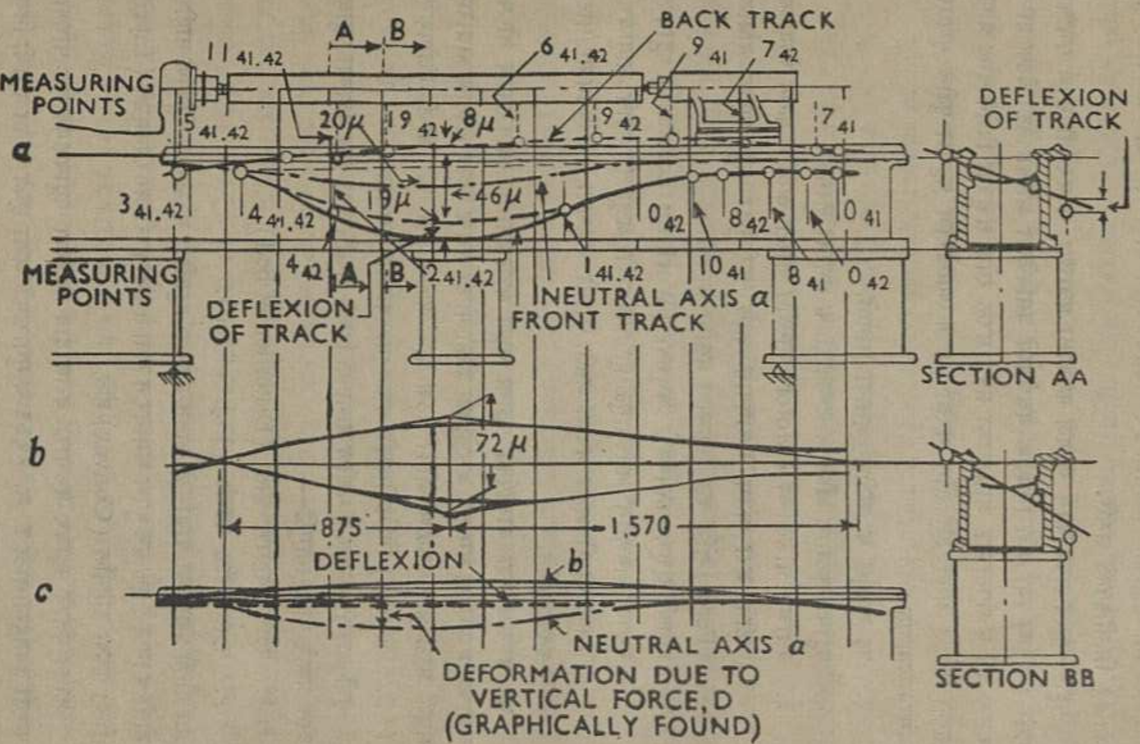
१. पट्टाचे विरूपण होते (Distortion of bed).
२. पट्टाला पीळ पडतो (Twist of bed).

ह्या दोन्ही प्रकारच्या दाबांमुळे कातन यंत्राच्या पट्टातील सरळपणा संपूर्णपणे नाहीसा होतो व त्यामुळे एक तर काम समांतर न होता ते शुंडाकारी अगर निमुळते (Taper) होते; किंवा बहिर्गोल (Convex) होते.

कातन यंत्राचे पट्टावर पडणारा वरील दाब यंत्राच्या पट्टावर कितपत परिणाम करतो ते पाहण्यासाठी इ. स. १९३६ चे सुमारास* अशा एका कातन यंत्राची निवड

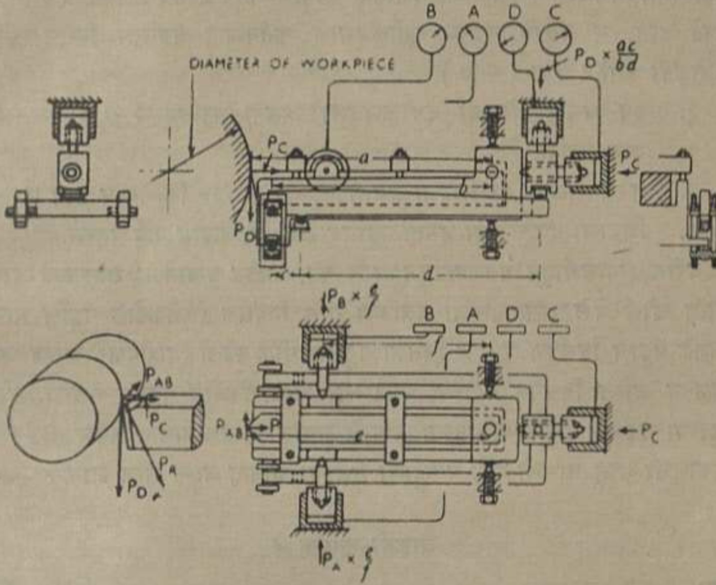
*The Institution of Mechanical Engineers Proceedings—Vol. 138, 1938.

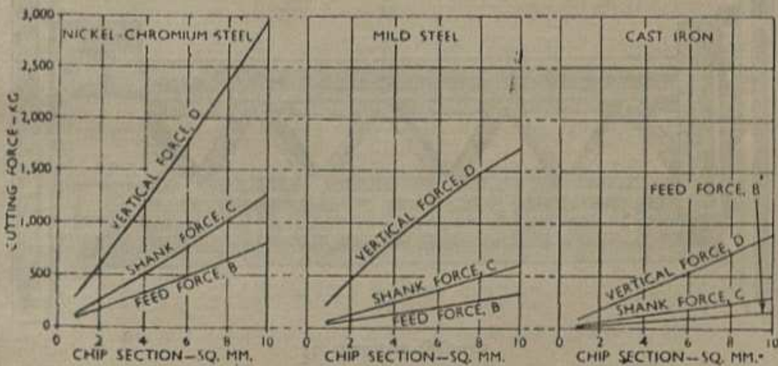
आकृती क्रमांक २


MEASURING POINTS
BACK TRACK
A
B
20μ
19μ
8μ
46μ
a
MEASURING POINTS
DEFLEXION OF TRACK
NEUTRAL AXIS a
FRONT TRACK
DEFLEXION OF TRACK
SECTION AA
b
72μ
875
1,570
DEFLEXION
c
NEUTRAL AXIS a
DEFORMATION DUE TO VERTICAL FORCE, D (GRAPHICALLY FOUND)
SECTION BB

आकृती क्रमांक ३

MACHINE TOOL TESTS AND ALIGNMENTS





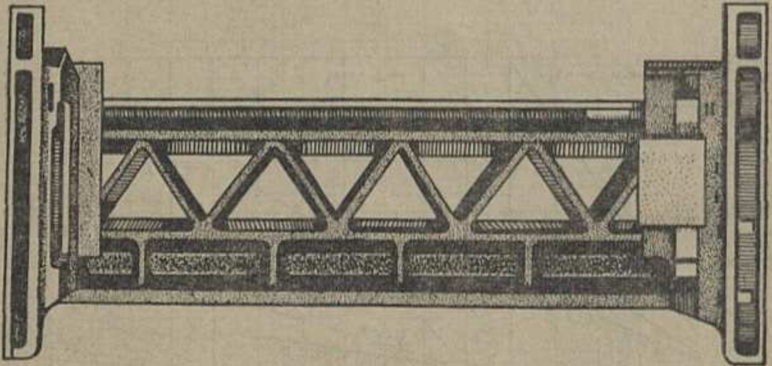
करण्यात आली होती की, ज्याच्या क्षितिज समांतर रेषेचे पट्टापासूनचे काटकोनातील अंतर २५० मि.मी. होते. ह्या कातन यंत्रावर रुप वर्णातू पोलाद (Nickel chrome steel), नरम पोलाद (Mild steel), व बीड (Cast iron) ह्या धातूंचे दंड वाह्य कातण (Turning) करण्यासाठी लावण्यात आले. प्रत्येक धातूच्या दंडावर

सारखेच अनुप्रस्थ छेद क्षेत्रफळ असलेली काप (Chip) काढण्यात आली, व प्रत्येक धातूच्या दंडाचे यंत्रण चालू असताना पट्टाचे मापन घड्याळा (Dial gauge) च्या सहाय्याने, निरीक्षण करण्यात आले. प्रत्येक कापाचे अनुप्रस्थ छेद क्षेत्रफळ १० मि. मी. एवढे होते, व यंत्राचे पट्टावर पुढीलप्रमाणे कर्तन-दाब पडलेला दिसून आला. (आकृती क्रमांक २ व ३ पाहा.)

१. रुप वर्णातू पोलादी दंड लावला असता पट्टावर २,९५० किलोग्राम दाब पडला.
२. नरम पोलादी दंड लावला असता पट्टावर १,७०० किलोग्राम दाब पडला.
३. बिडाचा दंड लावला असता पट्टावर ८५० किलोग्राम दाब पडला.

वरील तपासणीतून असे आढळून आले की, वाढीव दाबाने व धातूमध्ये हत्यार जास्त खोल गेले असतानासुद्धा यंत्राच्या गति नियंत्रक यंत्रणेकडील पट्टाचे भागात जितके पट्टाचे विरूपण झाले व जितका पट्टाला पीळ पडला त्याहीपेक्षा बराच जास्त पीळ व जास्त विरूपण यंत्राच्या शेपटाच्या आधाराकडील पट्टाला पडला. तसेच, पट्टाच्या पुढच्या पट्टिकेच्या मधल्या भागाचे सर्वांत जास्त प्रमाणात घर्षण होऊन त्या ठिकाणची धातू घासली गेली व पट्टाची मधल्या भागात जास्त झीज झाली.

आकृती क्रमांक ४



नागमोडी जोडवाला पट्ट

वर उल्लेखिलेल्या गोष्टी टाळण्यासाठी प्रत्येक कातन यंत्राच्या पट्टामध्ये पुढील दोन गोष्टी आवर्जून कराव्या लागतात:

१. पट्टाचे दोन भाग एकमेकांना जोडण्यासाठी नागमोडी (Zigzag) आकाराचे जोड (Rib) लावावे लागतात. (आकृती क्रमांक ४ पाहा.)

टीप : हे नागमोडी आकाराचे जोड पट्टाला जोडून (एकसंध) असे असतात. ह्या जोडामुळे पट्टाचे कंपन अवमंदित (Vibration damping) होते.

२. पट्टाचा समोरचा भाग मधोमध बहिर्गोल (Convex) असतो.

कातन यंत्राच्या पट्टाचे आकार पुढील गोष्टींवर अवलंबून असतात :

१. पट्टाला सहन करावे लागणारे निरनिराळे दाब.

२. धातु-कर्तनामुळे पडणाऱ्या कर्तन-दाबाच्या (Cutting forces) दिशा.

३. कंपन अवमंदन (Vibration damping).

४. पट्टाकडून अपेक्षित असलेल्या कामाची अचूकता.

पट्टाचे एकूण तीन प्रकार अस्तित्वात आहेत :

१. **सपाट पट्ट.**—ह्या प्रकारात दोन्ही पट्ट सपाट असतात. सपाट पट्ट असलेली कातन यंत्रे विशेषत: आकाराने फार मोठी व भारी आणि वजनदार काम करणारी पण ज्यांचा तर्कू मंद गतीने फिरतो अशी असतात. सपाट पट्ट असलेल्या कातन यंत्राचे पट्टावर सरकत असलेले खोगीर (Saddle) पट्टावरून बाजूला सरकू नयेत म्हणून यंत्राचे पट्टांना जखडलेले असतात व त्यांचे अधूनमधून समायोजन (Adjustment) करावे लागते. सपाट पट्टावर धातूचा कीस, तुकडे पडून राहतात. ते लगेच पट्टापासून दूर होत नाहीत.

२. **उलटचा 'व्ही'च्या आकाराचे पट्ट.**—सर्वसाधारण कोणत्याही प्रकारच्या कातन यंत्राचे पट्ट आजकाल उलटचा 'व्ही'च्या आकाराचे असतात. पट्टाचा आकार उलटचा 'व्ही'सारखा असल्यामुळे पट्टावर पडणारा धातूचा कीस चटकन खाली पडून जातो व पट्ट आपोआप स्वच्छ राहातो. तसेच उलट 'व्ही' म्हणजेच तो त्रिकोणी असल्याने त्याचेवर बसणारे खोगीर (Saddle) आपल्या स्वत:च्या वजनाने, जमिनीच्या आकर्षणामुळे पट्टावर आपोआपच घट्ट बसते. त्यामुळे सदरहू खोगीर उलट 'व्ही' आकाराच्या पट्टावर वेगळे जखडून ठेवावे लागत नाही. उलट 'व्ही' आकाराच्या पट्टावर असलेले खोगीर स्वसमायोजित (Self-adjusting) असतात व त्यावर अत्यंत सोप्या पद्धतीने स्नेहल योजना (Lubrication system) करता येते.

३. **गोल पट्ट.**—तिन्ही प्रकारच्या पट्टांमध्ये सदरहू पट्ट अत्यंत अचूक काम करणारे व अत्यंत कार्यक्षम समजले जातात. म्हणून विशेषत: घड्याळजीच्या कातन यंत्राचे (Watchmaker's lathe) पट्ट गोल असतात तथापि गोल पट्ट बनविणे हे अत्यंत अवघड काम असल्याने सर्वसाधारण प्रकारच्या कातन यंत्रासाठी (General purpose lathe) त्रिकोणी पट्ट वापरले जातात.

पूर्वी सांगितलेले पट्टाचे गुणधर्म उदा. पट्ट मजबूत व कठीण असणे, पट्टाचा पृष्ठभाग झीज व उष्णतारोधक असणे वगैरे गुण पट्टामध्ये उतरण्यासाठी पट्टाचा

धातुशास्त्रीय विचार करावा लागतो. पट्ट बनविण्यासाठी पुढीलपैकी कोणत्याही धातू वापरता येतात:

१. संधातीत नरम पोलाद एकमेकांस संधात करून (Welded).

२. पट्टाच्या सरकपट्टयांखेरीजचा भाग ओतीव बिडाचा व फक्त सरकपट्टया तेवढयाच उच्च मौलातू पोलादी (High molybdenum steel) व हे दोन्ही भाग एकमेकांस जोडलेले असलेले.

३. संपूर्ण पट्ट विशेष प्रकारच्या मिश्र बिडा (Alloy cast iron)चा किंवा मिहनाईट नावाच्या विशेष प्रकारच्या ओतीव मिश्र बिडाचा.

वरील तिन्ही प्रकारची पट्ट निर्मिती आपल्या देशात केली जाते.

टीप : पट्टाचे धातुशास्त्रीय माहितीसाठी प्रकरण क्रमांक २ पाहा.

प्रकरण २

कातन यंत्र निर्मितीच्या विविध धातू

कातन यंत्रावर करण्यात येणारे काम जास्तीत जास्त अचूक व्हावे तसेच ते जास्तीत जास्त लवकर करता यावे ह्यासाठी यंत्राचा प्रत्येक सुटा भाग मूलतः योग्य त्या धातूचा तयार केलेला व बनावटीत अत्यंत अचूक तसेच हत्याराचा वाढीव दाब सहन करू शकणारा असा असावा लागतो. ह्या सर्व गोष्टी पुऱ्या करू शकेल अशा धातूंची निवड प्रथमतः अत्यंत काळजीपूर्वक केली जाते. कातन यंत्राच्या एकूण सर्व भागांपैकी पुढील भाग हे त्यातल्या त्यात जास्त महत्त्वाचे समजले जातात :

१. पट्ट (Bed)
२. तर्कू (Spindle)
३. सरकपट्टी (Slide)
४. दंतचक्रे (Gears)
५. भारू (Bearing)
६. शेपटाचा आधार (Tail stock)

वरीलपैकी पट्ट, सरकपट्टी व शेपटाचा आधार हे बिडापासून तयार केलेले असतात. तर्कू व दंतचक्रे पोलादी असतात. तर भारू काशापासून केलेले असतात. कातन यंत्राच्या निर्मितीमध्ये ह्या सुट्या भागांचा व अर्थातच हे सुटे भाग ज्या धातूंपासून बनविण्यात येतात त्यांचा फार महत्त्वाचा वाटा असल्याने तत्संबंधी जास्त माहिती करून घेणे इष्ट ठरेल.

कातन यंत्रामध्ये बिडापासून बनविलेले सुटे भाग ओतकाम करून तयार केलेले असतात. ओतकाम करण्याचे पुढील फायदे आहेत:

१. ओतकामामुळे गुंतागुंतीचे व सुटे भाग करणे सोपे जाते.
२. ज्या भागांमध्ये लहानलहान उपविभाग असतात, ते करणे सोपे जाते.
३. मोठेमोठे सुटे भाग ओतून बनविणे सोपे असते व ते कमी खर्चाचे असते.
४. ओतीव कामामुळे एकाच आकाराचे व मापाचे शेकडो नग कमी वेळात व कमी खर्चात तयार करता येतात.
५. पोलादावर काम करण्यापेक्षा ओतीव बिडावर काम करणे जास्त सोपे असते व स्वस्तात करता येते.
६. ओतीव बिडाच्या पृष्ठभागात स्नेहल धारणा असते.
७. ओतीव बीड पोलादापेक्षा जास्त दाब सहन करू शकते आणि त्यावर औष्णिकोपचार जास्त सुलभतेने करता येतात.

ह्या सर्व कारणांमुळे कातन यंत्राचे सर्व प्रमुख भाग बिडाचे ओतीव काम करून बनविले जातात.

कातन यंत्राचे पट्ट बनविण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या बिडामध्ये पुढील गुणधर्म असणे आवश्यक आहे :

१. अनुप्रस्थ शक्ती (Transverse strength)
२. संपीडक शक्ती (Compressive strength)
३. दुर्नम्यता (Stiffness) अगर मजबुती (Strength)
४. प्रघात रोधकता (Impact resistance)
५. सुलभ कर्तनता (Easy machinability)
६. झीज रोधकता (Wear resistance)
७. गंज रोधकता (Corrosion resistance)
८. स्नेहल धारणा (Lubrication holding)
९. स्वस्नेहलता (Self-lubricating)

वरील सर्व गुणधर्म कातन यंत्राच्या पट्टामध्ये असण्यासाठी सर्वसाधारण कामासाठी वापरले जाणारे बीड वापरले जात नाही. तर विशेष प्रकारचे बीड वापरले जाते. हे विशेष प्रकारचे बीड तयार करण्यासाठी विविध धातू व धात्वेतर वस्तूंचा वापर केला जातो. ह्या विविध धातू व धात्वेवर वस्तू बिडामध्ये मिसळल्यामुळे बिडाचे मुळचे गुणधर्म बदलतात. तर केव्हा केव्हा बिडाला नवीन गुणधर्म प्राप्त होतात.

तक्ता क्रमांक १*

धातूचे/धात्वेतर वस्तूचे नाव	प्राप्त होणारे गुणधर्म
१. लोहक (Manganese) ..	कोणताही विशेष गुण प्राप्त होत नाही.
२. भास्व्य (Phosphorus) ..	अनुप्रस्थ शक्ती व प्रघात रोधकता वाढतात.
३. गंधक (Sulphur) ..	अनुप्रस्थ शक्ती वाढते.
४. वर्णातू (Chromium) ..	अनुप्रस्थ शक्ती, संपीडक शक्ती व प्रघात रोधकता मोठ्या प्रमाणात वाढतात तसेच गंजरोधकता वाढते.

तक्ता क्रमांक १*—चालू

धातूचे/धात्वेतर वस्तूचे नाव	प्राप्त होणारे गुणधर्म
५. तांबे (Copper) ..	काही प्रमाणात अनुप्रस्थ शक्ती व संपीडक शक्ती वाढतात. ह्या धातूबरोबर जर वर्णातू व/अगर मौलातू ह्या धातू असतील तरच झीजरोधकता वाढते. गंजरोध वाढतो. तसेच तांब्यामुळे धातूला जास्त प्रमाणात सुलभ कर्तनता प्राप्त होते.
६. मौलातू (Molybdenum)	अनुप्रस्थ शक्ती, प्रघात रोधकता, झीज-रोधकता व दुर्नम्यता वाढतात. तसेच मौलातूमुळे धातूला विशेष मजबुती व टणकपणा प्राप्त होतो.
७. रुपातू (Nickel) ..	अनुप्रस्थ शक्ती, मजबुती, कडकपणा हे गुण-धर्म प्राप्त होतात. तसेच रुपातूमुळे झीज-रोधकता व गंजरोधकता प्राप्त होतात.
८. रंजातू (Titanium) ..	दुर्नम्यता आणि धातूचा कडकपणा वाढतात, तसेच रंजातूमुळे धातूची उच्च तपमानात काम करण्याची क्षमता वाढते.
९. रोचातू (Vanadium) ..	कोणताही विशेष गुण प्राप्त होत नाही.

*Cast Metals' Hand Book—American Foundrymen's Society.

टीप: परिशिष्ट क्रमांक १ पाहा.

बाजारात मिळत असलेल्या कातन यंत्रांपैकी चांगल्या प्रतीच्या कातन यंत्राचे पट्ट पुढील प्रमाणात विविध वस्तूंचे मिश्रण करून केलेले असतात:

१. सैकजा (Silicon) .. १.६० ते १.८० टक्का
२. कर्ब (Carbon) .. ३.२० ते ३.४० टक्के

३. लोहक (Manganese) .. ०.८० ते १.०० टक्का
४. तांबे (Copper) .. ०.४० टक्का
५. वर्णातू (Chromium) .. ०.२० ते ०.३० टक्का
६. कलोह (Pig iron) .. ९३.०० ते ९३.५० टक्के

कातन यंत्रातील पट्टाखेरीज इतर बिडाच्या भागांसाठी वापरले जाणारे बीड वरील बिडापेक्षा थोडे कमी प्रतीचे असते.

कातन यंत्राची दंतचक्रे, तर्कू, हत्यारधारक, चालदंड व अग्रीम सूत्रक हे भाग निरनिराळया मिश्र पोलादापासून तयार करण्यात येतात. मिश्र पोलादामध्ये वर तक्ता क्रमांक १ मध्ये दिलेल्या धातू/धात्वेतर वस्तू असल्याने त्यांचे गुणधर्म मिश्र पोलादातही येतात. कातन यंत्राच्या सदरहू भागांपैकी दंतचक्रावर सर्वांत जास्त दाब, बल पडत असतो. खेरीज दंतचक्रांमुळे यंत्राच्या शक्तीचे व गतीचे परिवहन केले जात असल्यामुळे दंतचक्रे बनविण्यासाठी "EN-24" ह्या मिश्र पोलादाचा उपयोग केला जातो. ह्या मिश्र पोलादास रुप वर्णातू पोलाद (Nickel chrome steel) असे म्हणतात. यंत्राचे तर्कू "EN-9" अगर "EN-8" पासून तयार करण्यात येतात. ह्या चारही प्रकारच्या मिश्र पोलादामध्ये अंदाजे ०.२० ते ०.३५ टक्का इतके मौलातू (Molybdenum) असते. मौलातू हा धातू वर्णातू (Chromium) धातूच्या कुटुंबापैकी असून त्याचा रंग रुपेरी, अत्यंत टणक, शिशाप्रमाणे जड असून पोलादापेक्षा नरम असतो. मात्र पोलादामध्ये सदरहू धातू मिसळल्याने पोलाद अत्यंत टणक व मजबूत होते, व त्याची प्रघात रोधकता वाढते. तसेच, दंतचक्रासाठी वापरले जाणारे पोलाद हे अंतर्बाह्य सर्वत्र समान टणक असावे लागते. तसेच वाढीव उष्णतामानामध्ये काम करण्याची क्षमतादेखील सदर पोलादामध्ये असावी लागते. हा वाढीव तपमानास तोंड देणारा गुणधर्म तर्कूसाठी वापरल्या जाणाऱ्या मिश्र पोलादातदेखील असावा लागतो. त्याखेरीज गंजरोधकता हादेखील एक महत्त्वाचा गुणधर्म तर्कूसाठी वापरल्या जाणाऱ्या "EN-19" ह्या मिश्र पोलादामध्ये असतो. (परिशिष्ट क्रमांक २ पाहा.)

उपरिनिर्दिष्ट मिश्र पोलादाखेरीज केव्हा केव्हा उच्च कर्ब पोलादापासून तयार केलेली दंतचक्रेदेखील वापरली जातात. मात्र ही दंतचक्रे उच्च कर्ब पोलादापासून बनविलेली असल्याने पूर्वी सांगितलेल्या रुप वर्णातु पोलादाप्रमाणे टणक, मजबूत नसतात. खेरीज नीच कर्ब-पोलादापासून बनविलेली दंतचक्रे वाढीव दाबात काम देऊ शकत नाहीत. म्हणून बाजारात मिळणाऱ्या स्वस्त, कमी किंमतीच्या "कामचलाऊ" कातन यंत्रात ही दंतचक्रे वापरली जातात. (तक्ता क्रमांक २ पाहा.)

तक्ता क्रमांक २*

उच्च कर्ब पोलादाचा प्रकार	कर्ब	लोहक	भास्व्य	गंधक
१	०.१५ ०.२५	०.४० ०.७०	०.०४ जास्तीत जास्त	०.०५ जास्तीत जास्त
२	०.२५ ०.५०	०.५० ०.८०	०.०४ जास्तीत जास्त	०.०५ जास्तीत जास्त
३	०.४० ०.५०	०.४० ०.७०	०.०४ जास्तीत जास्त	०.०५ जास्तीत जास्त

*Tool Engineers' Hand Book—ASTME.

ह्याखेरीज काही मध्यम प्रतीच्या कातन यंत्रामध्ये पुढील प्रकारे मिश्र पोलादाची दंतचक्रे वापरतात (तक्ता क्रमांक ३ पाहा). तसेच काही वेळा काशापासूनदेखील दंतचक्रे तयार करतात.

तक्ता क्रमांक ३*

मिश्र पोलादाचा प्रकार	कर्ब	लोहक	भास्व्य	गंधक	रुपातू	वर्णातू
SAE 2315	०.१० ०.२०	०.३० ०.६०	०.०४	०.०५	३.२५ ३.७५	...
SAE 2350	०.४५ ०.५५	०.५० ०.८०	०.०४	०.०५	३.२५ ३.७५	...
SAE 2512	०.१७ जास्तीत जास्त	०.३० ०.६०	०.०४	०.०५	४.७५ ५.२५	...
SAE 3115	०.१० ०.२०	०.३० ०.६०	०.०४	०.०५	१.०० १.५०	०.४५ ०.७५

*Tool Engineers' Hand Book—ASTME.

कातन यंत्राचे तर्कू स्वत:भोवती उच्च गतीत सतत फिरते राहावे तसेच उच्च कर्तन-दाबामध्येदेखील त्यांनी चांगले काम द्यावे व हे तर्कू कोणत्याही परिस्थितीत वेडेवाकडे होऊ नयेत म्हणून वर उल्लेख केल्याप्रमाणे केवळ चांगल्या धातूचे व चांगल्या बनावटीचे असून चालत नाही. तर हे तर्कू ज्याच्या आधारावर फिरतात व ज्यावर तर्कूचा बोजा पडलेला असतो ते भारू (Bearing) देखील उत्तम प्रतीचे म्हणजेच चांगल्या धातूचे व उत्तम बनावटीचे असावे लागतात.

भारूचे पुढीलप्रमाणे दोन प्रमुख प्रकार समजले जातात:

१. **स्थिर भारू** (Plain bearing).—हे भारू काशापासून बनविले जातात व ते स्वत:भोवती न फिरता तर्कूवर पडणारा कामाचा व धातु-कर्तनाचा अरीय बल (Radial force) सहन करतात. व तर्कूला आधार देतात.

२. **घर्षण रोधक भारू** (Anti-friction bearing).—हे भारू उच्च रुपातू पोलादा (High nickel steel)पासून बनविलेले असतात. घर्षण रोधक भारूची आंतर-वाटिका (Inner cage) यंत्राच्या तर्कूसोबत फिरते व अशा वेळी त्यांना आधार देण्याचे कार्य आंतर-वाटिका व बहिर्वाटिका ह्यामधील वेल्लन (Roller) अथवा गोळ्या (Balls) मुळे होत असते. त्यामुळे साहजिकच तर्कू जरी फार उच्च वेगात फिरत राहिला तरी त्यामुळे घर्षणात्मक उष्णता निर्माण होत नाही. घर्षणरोधक भारूंचे पुढील प्रकार आहेत:

(अ) वेल्लन भारू (Roller bearing)

(आ) शुंडाकारी वेल्लन भारू (Taper roller bearing)

(इ) गोळी भारू (Ball bearing)

(ई) प्रघात सहन भारू (Thrust bearing)

कोणत्याही प्रकारच्या भारूंनी चांगले काम द्यावे ह्यासाठी भारूंमध्ये पुढील प्रकारचे गुणधर्म असणे आवश्यक असते :

१. **अनाभिग्रहणता** (Anti-seizure).—धातूच्या दोन पृष्ठभागांचे एकमेकांना घर्षण होत असताना निर्माण होणाऱ्या उष्णतेमुळे जोडले न जाण्याच्या प्रक्रियेला 'अनाभिग्रहणता' असे म्हणतात. ही अनाभिग्रहणता नसल्यास कित्येक वेळी स्थिर भारू फेकून द्यावे लागतात. धातूच्या अनाभिग्रहणतेला सहाय्यभूत म्हणून स्थिर भारूंमध्ये भरपूर प्रमाणात स्नेहल असावे लागते.

२. **अभिश्रांति शक्ती** (Fatigue strength).—एखाद्या उत्केंद्रक गोल दंडाच्या फिरत्या गतीमुळे यंत्राच्या भारूवर उत्केंद्रकामुळे पडणारा दाब हा नेहमी कमी जास्त स्वरूपाचा असतो. ह्या सतत पडणाऱ्या कमी जास्त दावास गतिशील दाब (Dynamic load) असे म्हणतात. ह्या सततच्या पडणाऱ्या गतिशील

दाबामुळे धातूला थकवा प्राप्त होतो. अशा प्रकारे थकवा न येणाऱ्या धातू स्थिर भारू बनविण्यासाठी वापरतात.

३. **संपीडक शक्ती** (Compressive strength).—ज्या वेळेस दोन दिशांकडून दाब येतो, उदाहरणार्थ, एखाद्या गोलदंडावर क्षितिज समांतर रेषेकडून तसेच ध्रुवीय रेषेकडून दाब येत असतो तेव्हा हा दाब सहन करण्याची धातूची क्षमता म्हणजे संपीडक शक्ती असे म्हणता येईल.

४. **गंजरोधकता** (Corrosion resistance).—काही धातूंवर नेहमीच्या हवामानाचे व हवेमध्ये असलेल्या बाष्पाचे विपरीत परिणाम होऊन धातूचा पृष्ठभाग गंजून जातो. अशाच प्रकारचा परिणाम कित्येकदा स्नेहलाच्या विशिष्ट गुणधर्मामुळे-देखील होण्याची शक्यता असते. कोणत्याही परिस्थितीत शक्यतो गंज न चढू देण्याच्या धातूच्या गुणधर्माला गंजरोध असे म्हणतात.

५. **न्यावेश** (Embedability).—यंत्राच्या भागावर पुष्कळदा कचरा पडतो तसेच स्नेहलामधूनदेखील कचरा यंत्राचे भारूमध्ये जातो. तर कधी यंत्रे अत्यंत घाणेरड्या जागेत ठेवून काम करीत असतात. अशा वेळी धातूवर पडणारा कचरा पुष्कळदा निघून न जाता तो त्याच ठिकाणी राहातो व अखेर त्या कचऱ्याच्या लहानशा कणांमुळे धातूचे पृष्ठभागावर चरे पडतात. अशा प्रकारे पृष्ठभाग खराब होऊ न देण्याच्या धातूच्या प्रवृत्तीला 'न्यावेश' असे म्हणतात.

६. **औष्णिक संवाहकता** (Thermal conductivity).—ज्या वेळेस धातूचे एक टोक गरम केले जाते त्या वेळी जें टोक गरम केले जात असेल त्याच्या अलीकडील भाग हळूहळू गरम होत असतो. पाणी ज्याप्रमाणे उच्च स्तरावरून नीच स्तराकडे वाहाते त्याप्रमाणे उष्णता धातूच्या जास्त तपमानाचे भागाकडून कमी तपमानाकडे पसरत जाते. धातूच्या ह्या गुणधर्मास औष्णिक संवाहकता असे म्हणतात.

उपरिनिर्दिष्ट सर्व गुणधर्म जवळजवळ सर्व धातूंमध्ये थोड्याफार फरकाने असतात. तथापि, स्थिर भारूसाठी वापरावयाच्या धातूमध्ये हे गुणधर्म कशा प्रमाणात असावे लागतात ते तक्ता क्रमांक ४ वरून समजून येईल:

तक्ता क्रमांक ४*

धातूचे नाव		अभिश्रांति शक्ती	संगती	न्यावेश	झीज-रोधकता	गंज-रोधकता	औष्णिक संवाहकता	धातूचा अमेरिकन मानक क्रमांक
Tin base babbit	..	ख	उ	विउ	विउ	विउ	ख	SAE-10
High lead babbit	..	ख-म	उ	उ	उ-विउ	म-उ	ख	SAE-13
Lead-bronze	..	म	ख	ख	ख	उ	ख	SAE-64
Copper lead	..	म	ख	ख-म	ख-म	ख-म	म-उ	SAE-48
Aluminium	..	उ	ख-म	म	उ	विउ	ख	. . .
Silver (चांदी)	..	विउ	अजिबात नाही	ख	ख	विउ	विउ	. . .
Silver lead indium	..	विउ	विउ	ख	म-उ	विउ	विउ	. . .

ख = खराब　　उ = उत्तम　　म = मध्यम　　विउ = विशेष उत्तम

*Fundamentals of Mechanical Design—R. M. Phelan.

ह्या धातूंपैकी चांदीखेरीज इतर धातूंचे रासायनिक मिश्रण (Chemical composition) परिशिष्टात दिल्याप्रमाणे आहे. (परिशिष्ट क्रमांक ३ पाहा.)

अलीकडील काही वर्षांत अशी एक नवी प्रथा सुरू झाली आहे की, स्थिर भारू बनविण्यासाठी धातूचे ओतकाम करून न घेता सरळ एका नवीन व अद्ययावत पद्धतीने भारू बनविले जातात. ह्या नव्या पद्धतीला चूर्णीय धातुशास्त्र (Powder metallurgy) असे म्हणतात. सदरहू पद्धतीनुसार ज्या धातूपासून भारू बनवावयाचे असतील त्या धातूचे चूर्ण करून हे चूर्ण एका विशिष्ट साचा (Die) मध्ये घालून त्यावर विशिष्ट प्रमाणात दाब देतात. धातूच्या चूर्णावर दाब आल्याने चूर्णाचे तपमान त्याच्या द्रवांका (Melting point) पर्यंत वाढून धातू एकजीव होते. अशा रीतीने भारू तयार होते. ह्या चूर्णीय धातुशास्त्र पद्धतीचा विशेष असा आहे की, तयार वस्तू ०.०३ मि.मी. इतकी अचूक बनते. ह्या वस्तूवर ती एकदा तयार झाल्यानंतर कोणतीही प्रक्रिया करावी लागत नाही. तसेच, एका साचामधून एका वेळेस कित्येक नग कमी वेळात व अत्यंत नाममात्र खर्चात तयार होतात. ह्या पद्धतीनुसार यंत्राची दंतचक्रे, लहान मोठ्या मुठी वगैरे वस्तू किमान खर्चात तयार करता येतात. त्यामुळे, तयार यंत्र ग्राहकास कमी खर्चात मिळण्याची शक्यता निर्माण झाली आहे.

आतापर्यंत चर्चा केलेल्या धातूंच्या खेरीज आणखी एक महत्त्वाची धातू, यंत्रोत्पादकांकडून वापरली जाते. ती म्हणजे तीव्र गती पोलाद (High speed steel) ही होय. ह्या धातूचा उपयोग वरील सर्व धातूंचे कर्तन करण्यासाठी केला जातो. तीव्र गती पोलादाचे मुख्यतः तीन प्रकार जास्त प्रमाणात वापरले जातात. त्यांपैकी प्रत्येकाचे आणखी काही उप प्रकार आहेत. ह्या प्रत्येक प्रकारात त्यातील घटक द्रव्यांचे व मूळ धातूचे प्रमाण कमी जास्त असते. (परिशिष्ट क्रमांक ४ ते ६ पाहा.)

विविध प्रकारच्या तीव्र गती पोलादाखेरीज केव्हा केव्हा विशेष प्रकारची हत्यारे बनविण्यासाठी, उदाहरणार्थ, पेषण कर्तक, व्यध, छिद्रवर्धक वगैरे हत्यारांसाठी, पुढील प्रकारे रासायनिक घटकांपासून केलेले तीव्र गती पोलाद वापरण्यात येते:

१. चंडातू—१८.०० टक्के
२. कर्ब—७.०० ते ८.०० टक्के
३. वर्णातू—४.०० टक्के
४. रोचातू—११.०० टक्के
५. मौलातू—०.५० ते १.०० टक्का
६. सैकजा—०.१५ ते ०.३५ टक्का
७. लोहक—०.२० ते ०.४० टक्का

कातन यंत्राची विविध बाह्य आवरणे स्फटधातू (Aluminium) च्या पत्र्याची असून ती दाबयंत्रावर पत्रा दाबून पाहिजे त्या आकाराची व योग्य त्या मापाची तोडून बनवितात. अलीकडे क्वचित प्रसंगी सदरहू आवरणे प्लास्टिकची बनवून वापरली जातात.

आतापर्यंत चर्चिलेल्या धातूंचा उपयोग करून तयार केलेल्या सुटया भागांचा तसेच, हत्यारांचा उत्तम उपयोग होण्यासाठी व सुटया भागांची जुळणी करून तयार केलेले कातन यंत्र जास्तीत जास्त दिवस उत्तम प्रकारे कार्यक्षम राहावे म्हणून यंत्राच्या जवळजवळ सर्वच भागांना, निर्लोह धातूंचे भाग सोडून, औष्णिकोपचार केले जातात. ह्या औष्णिकोपचारांची माहिती पुढील प्रकरणात दिली आहे.

—•⁂•—

प्रकरण ३

विविध औष्णिकोपचार

कातन यंत्राच्या एकूण सर्व सुट्या भागांपैकी काही सलोह भागांवरच औष्णिकोपचार करण्यात येतात. औष्णिकोपचार करण्याची दोन प्रमुख कारणे आहेत. यंत्राने प्रदीर्घ काळपर्यंत उत्तम काम द्यावे, तसेच त्याची मूळची अचूकता शेवटपर्यंत कायम राहावी ह्यासाठी औष्णिकोपचार केले जातात. खेरीज यंत्राच्या ज्या भागांवर हत्याराच्या वाढीव कर्तन-दाबाचा जोर पडत असतो त्या भागांनी सदर जोर सहन करावा व कार्यक्षमतेत कोणताही उणेपणा राहू नये व या सुट्या भागांची झीज होऊ नये यासाठी हे औष्णिकोपचार केले जातात. अशा भागांपैकी प्रमुख भागांचे औष्णिकोपचार येणेप्रमाणे :

पट्ट.—पट्टावर यंत्राचा सर्व बोजा पडत असल्याने तसेच पूर्वी पहिल्या प्रकरणात दाखविल्याप्रमाणे पट्टावर कर्तनाचा दाब पडत असल्याने कातन यंत्राच्या पट्टावरील औष्णिकोपचार अत्यंत महत्त्वाचा समजला जातो. ज्या यंत्राचा पट्ट योग्य तो औष्णिकोपचार करून तयार केलेला असतो तो पट्ट यंत्राच्या आयुर्मर्यादेत क्वचितच झिजतो. पट्टावर औष्णिकोपचार करण्यामागे पुढील उद्देश असतात :

१. तयार पट्टाची मूळची अचूकता—म्हणजे उत्पादक ज्या अचूकतेपर्यंत पट्ट बनवितात ती—यंत्राच्या आयुर्मर्यादेपर्यंत कायम राखणे.

२. पट्टाची जाडी सर्वत्र सारखी नसल्याने काही ठिकाणी, तयार केलेल्या यंत्राच्या पट्टाचे ओतकाम करतानाच आपोआप निर्माण होणाऱ्या प्रत्याबला (Stress) चे निर्मूलन करणे. ह्या क्रियेला आंतर-प्रत्याबलावमोचन (Internal stress relieving) अशी संज्ञा आहे.

३. पट्टाचा पृष्ठभाग कडक, टणक, मजबूत बनविणे व तो सर्वत्र सारखा राखणे.

वरीलपैकी पहिले दोन उद्देश साध्य होण्यासाठी यंत्राच्या पट्टांवर एक प्राथमिक औष्णिकोपचार करतात. ह्या प्राथमिक औष्णिकोपचारास प्राभितापन (Seasoning) अशी संज्ञा आहे. वरीलपैकी तिसरा उद्देश साध्य होण्यासाठी पट्टावर पुनश्च औष्णिकोपचार करतात. ह्यालाच अतितापन (Hardening) असे म्हणतात. प्राभितापन व अतितापन ह्या दोन प्रक्रियांपैकी प्राभितापन ही प्रक्रिया पट्टाच्या बाह्य पृष्ठभागाचे प्राथमिक यंत्रण (Rough machining) करीत असतानाच केली जाते. तर

अतितापन ही प्रक्रिया पट्टाचे प्राथमिक यंत्रण केल्यानंतर व अखेरचे यंत्रण करण्यापूर्वी केली जाते.

प्राभितापनाचे तीन प्रकार रूढ आहेत. पहिल्या प्रकारानुसार यंत्राच्या पट्टाचे ओतीव काम करून झाल्यानंतर त्यांच्या कार्यकारी पृष्ठभागाचे पूर्व प्राथमिक यंत्रण (First rough machining) करतात व नंतर उघडचा मोकळचा जागेत ते ठेवतात. पट्ट असे उघडचावर राहिल्यामुळे ऊन, वारा, थंडी, पाऊस, वगैरेंचा त्यांच्या बाह्य पृष्ठभागावर परिणाम होऊन तो भाग—बाह्य पृष्ठभाग—काही प्रमाणात कडक बनतो. अशा रीतीने केलेल्या प्राभितापनास 'नैसर्गिक प्राभितापन' (Natural seasoning) असे म्हणतात. ह्या नैसर्गिक प्राभितापनामुळे पट्टाचे कमाल आंतर-प्रत्याबलावमोचन ९० टक्क्यांपर्यंत होते. नैसर्गिक प्राभितापन क्रियेमुळे बरेचसे पट्ट कित्येक दिवसपर्यंत पाडून ठेवावे लागत असल्याने भांडवली व्यया (Capital expenditure)चा बराच मोठा भाग पडून राहात असल्याने कृत्रिम प्राभितापना (Artificial seasoning)चा अवलंब केला जातो.

कृत्रिम प्राभितापनाचे दोन प्रकार आहेत. एका प्रकारामध्ये एका बंद भट्टीमध्ये, भट्टी थंड असताना, कातन यंत्राचा पट्ट ठेवतात व नंतर भट्टी हळूहळू गरम केली जाते. भट्टी गरम करण्यासाठी भट्टीमध्ये पट्ट ठेवून नंतर भट्टी बंद केल्यानंतर भट्टीच्या आत, पट्टाचे वर असलेल्या हवेत भट्टीच्या बाहेरून आत गरम झोत सोडतात. भट्टीचे तपमान हळूहळू वाढवीत नेऊन ते साधारणत: ५००° ते ६७५° सेंटिग्रेड इतके चढल्यानंतर ते त्याच बिंदूवर बराच वेळपर्यंत स्थिर ठेवतात.* ह्यामुळे उष्णतेचा धातूच्या आत खोलवर परिणाम होतो. ह्या प्रक्रियेस 'आचूषण' (Soaking) असे म्हणतात. सदरहू आचूषणाचा काळ पट्टाच्या अनुप्रस्थ छेद क्षेत्रा (Cross sectional area) वर अवलंबून असतो. जसजसे अनुप्रस्थ छेदाचे क्षेत्रफळ वाढते तसतसा आचूषण काळही वाढतो. आचूषण काळ पूर्ण झाल्यानंतर भट्टी बंद करतात व भट्टीबरोबरच पट्ट निवू देतात. ह्याप्रमाणे कृत्रिम प्राभितापन केल्यामुळे पट्टाचे आंतर-प्रत्याबलावमोचन (Internal stress relieving) होते.

कृत्रिम प्राभितापनाच्या दुसऱ्या प्रकारात पट्ट कंपने निर्माण करणाऱ्या यंत्रावर ठेवतात. ह्या यंत्रास कंपनक यंत्र (Vibrator) असे म्हणतात. ह्या कंपनक यंत्राचे सहाय्याने कातन यंत्राच्या पट्टाचे आंतर-प्रत्याबल निर्मूलन होते.†

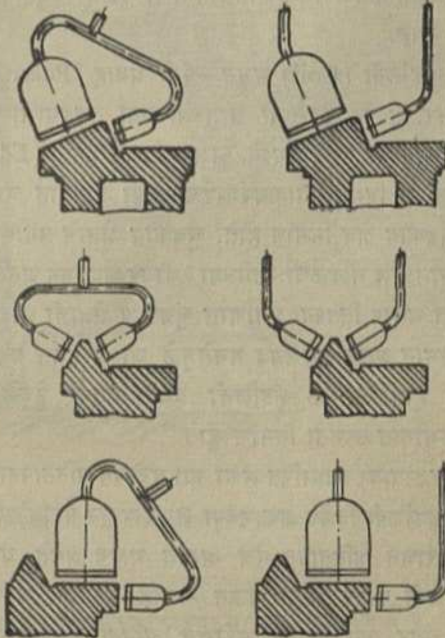
---

* Fundamental Principles of Machine Building Technology
—Prof. T. M. Loladze & Mr. D. V. Kapoor.

† Tool Engineers' Hand Book—ASTME.

यंत्र पट्टावर केला जाणारा दुसरा औष्णिकोपचार अतितापन हा आहे. तो करण्याचे एकूण दोन प्रकार अस्तित्वात आहेत. पहिल्या प्रकारानुसार अतितापन करण्यासाठी औष्णिक ज्योती (Thermal flame) चा उपयोग केला जातो. ह्या प्रकारात ८००° ते ९००° सेंटिग्रेड इतक्या तपमानाची आगीची ज्योत पट्टाचे पृष्ठभागावर सोडतात (आकृती क्रमांक ५ पाहा). ह्या ज्योतीच्या पाठोपाठ पाण्याचा झोत सोडला जातो.

आकृती क्रमांक ५



यंत्रपट्टाचे औष्णिक ज्योतीने अतितापन

अशा रीतीने पट्टाचे अतितापन करण्यात एक धोका आहे, तो असा की, पट्टाचे अनुप्रस्थ छेद क्षेत्रफळ (Cross sectional area) सर्वत्र सारखे नसल्याने, ज्योतीच्या सहाय्याने

पट्ट गरम केला जात असताना त्याचे प्रसरण सर्वत्र सारख्या प्रमाणात होत नाही. त्यामुळे पट्टाचे पृष्ठभागांतर्गत अत्यंत सूक्ष्म असा तडा जाण्याची भीती निर्माण होते. मोठ्या कारखान्यात जेथे सदरहू पद्धतीने पट्टाचे अतितापन करतात तेथे अशा प्रकारे तडा गेलेले पट्ट तपासून बाजूला काढण्यासाठी विद्युत चुंबकीय (Electro magnetic) यंत्र वापरण्यात येते. मात्र ज्या यंत्रोत्पादकांकडे अशा प्रकारची विद्युत चुंबकीय यंत्रे नसतात अशा कारखानदारांनी तयार केलेल्या यंत्रात अशा प्रकारे पट्टाचे पृष्ठभागांतर्गत तडा गेलेला पट्ट असण्याचा संभव असल्याने असे यंत्र विकत घेणे धोकादायक ठरते; असा अनुभव आहे.

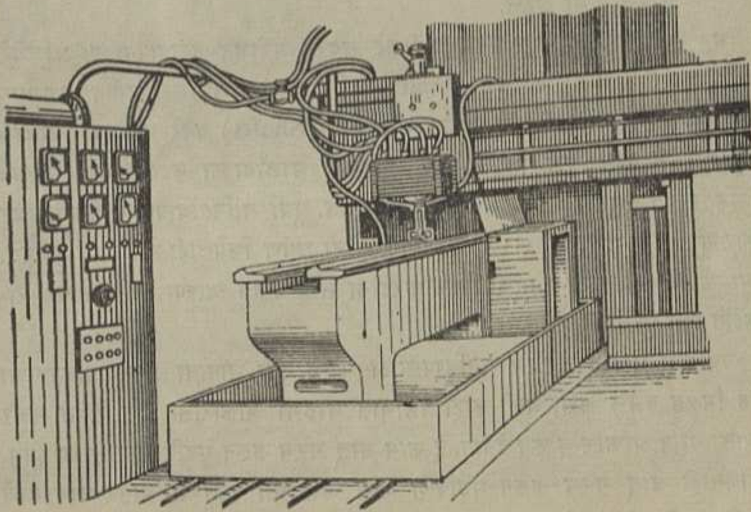
वरील धोका टाळण्यासाठी अलीकडील काळात चांगले यंत्रोत्पादक वीज वाहकाचे सहाय्याने अतितापन करतात. ह्या पद्धतीला 'प्ररोचन अतितापन' (Induction hardening) असे म्हणतात. प्ररोचन अतितापनाची पुढील विद्युतविषयक सिद्धांतावर उभारणी केली आहे.

"जर एखाद्या कुंडलिनी (Coil) मधून स्पंदी प्रवाह (Pulsating current) सोडण्यात आला तर, सदरहू कुंडलिनी धातूच्या ज्या तुकड्याभोवती गुंडाळण्यात आली असेल, त्या धातूच्या तुकड्यामध्ये भ्रमर विद्युत प्रवाह (Eddy current) निर्माण होतो. या भ्रमर विद्युत प्रवाहाबरोबरच काही प्रमाणात चुंबकीय परिणाम दिसून येतात, व चुंबकीय क्षेत्र निर्माण होते. चुंबकीय क्षेत्राचे प्रमाण मात्र कुंडलिनी व धातूचा तुकडा यांमधील मोकळ्या जागेच्या रुंदीवर अवलंबून असते. सदर मोकळी जागा जितकी सर्वत्र समान तितक्या प्रमाणात चुंबकीय क्षेत्राची स्यंद घनता (Flux density) सर्वत्र समान असते. ह्या स्यंद घनतेमुळे जो प्ररोचित प्रवाह (Induced current) निर्माण होतो. त्यामुळे कुंडलिनी ज्या धातूवर ठेवलेली असते त्या धातूच्या बाह्य पृष्ठभागात उष्णता निर्माण होते."

वरील मूलभूत सिद्धांतावर आधारित अशा ह्या प्ररोचन अतितापनाच्या प्रक्रियेसाठी वापरली जाणारी कुंडलिनी विशेष प्रकारच्या तांब्यापासून बनविलेली असते. सदरहू प्रक्रिया करणारे प्ररोचन अतितापन यंत्र अत्यंत महाग असते. यंत्राच्या पट्टाच्या आकाराचीच कुंडलिनी तयार करून घेऊन सदरहू कुंडलिनी, प्ररोचन अतितापन यंत्रावर लावतात नंतर ज्या पट्टावर प्ररोचन अतितापन करावयाचे असेल तो पट्ट प्ररोचन अतितापन यंत्रा (Induction heating/hardening furnace) चे पटला (Table) वर अशा बेताने ठेवतात की, कुंडलिनी व ज्यावर प्ररोचन अतितापन करावयाचे आहे तो पट्ट यामध्ये २ ते ३ मि.मी. इतके अंतर राहील (आकृती क्रमांक ६ पाहा). नंतर कुंडलिनीमधून वीजप्रवाह चालू करतात. लगेच वर सांगितल्याप्रमाणे या क्रियेमुळे प्ररोचित प्रवाह (Induced current) निर्माण होऊन, यंत्र

पट्टाचा पृष्ठभाग तापून लाल होतो. यावेळी त्याचे तपमान सुमारे ८००° ते ८५०° सेंटिग्रेड असते. हे तपमान एक सेकंदात चढते. गरम कुंडलिनीच्या पाठोपाठ दोन नळ्यांमधून दाबयुक्त पाणी व हवा यंत्राचे पट्टावर सोडली जाते. त्यामुळे अत्यंत गरम अवस्थेत असलेला पट्ट जणू लगेच पाण्यात बुडविला जातो. अशा रीतीने पट्टाचे प्ररोचन अतितापन केल्यानंतर त्याचा कडकपणा अंदाजे ३५० BHN इतका होतो. (आकृती क्रमांक ६ पाहा.)

आकृती क्रमांक ६



प्ररोचन अतितापन यंत्रावर पट्टाचे अतितापन केले जात असताना

प्ररोचन अतितापनामुळे यंत्रपटलाच्या बाह्यावरणात अंदाजे २.५ ते ३.०० मि.मी. खोलपर्यंत कडकपणा येतो. अशा रीतीने कातन यंत्राच्या पट्टाच्या ज्या भागावर हत्याराचा दाब सर्वांत जास्त पडतो, नेमका तोच भाग पाहिजे त्या प्रमाणात कडक केला जातो. (आकृती क्रमांक ७ पाहा.)

प्ररोचन अतितापनामुळे अतितापनाची प्रक्रिया अत्यंत जलद होते. खेरीज पट्ट सर्वत्र सारख्याच प्रमाणात कडक करता येतो. हे मुख्य फायदे आहेत.

ह्यांखेरीज कोणत्याही प्रकारच्या बिडावर प्ररोचन अतितापन केल्याने पुढील गोष्टी साध्य होतात:

१. बिडाचा कडकपणा त्याच्या पृष्ठभागावर अवलंबून आहे. प्ररोचन अतितापनामुळे नगाचा पृष्ठभाग ४ ते ५ मि.मी. खोलीपर्यंत कडक बनतो.

२. पट्टाचे पोटातील भाग कडक न होता केवळ बाह्यावरण कडक करता येते.

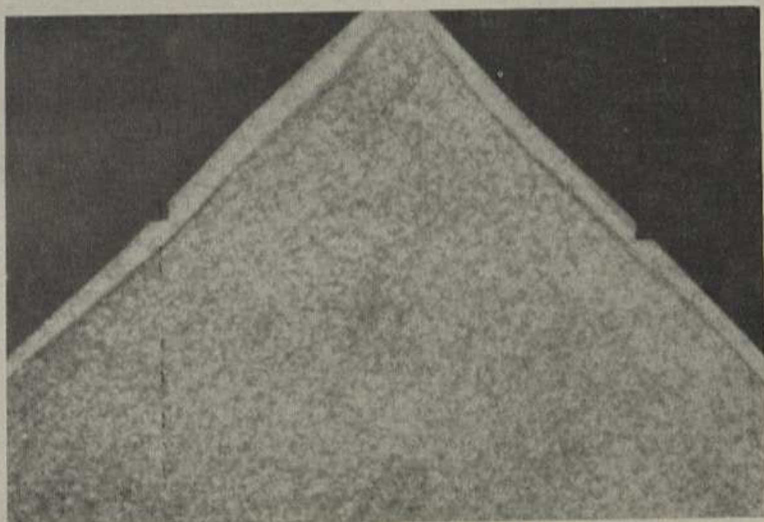
३. पट्टाचे संपूर्ण लांबीवर सर्वत्र सारख्या प्रमाणात कडकपणा प्राप्त करून देता येत असल्याने पट्टाचे विरूपण (Distortion) होण्याची शक्यता फारच कमी असते.

वर उल्लेखिलेल्या कारणांमुळे अलीकडे सदरहू प्ररोचन अतितापनाच्या प्रक्रियेने उत्केंद्रक (Cranks), दंतचक्रे (Gears) वगैरे वस्तूंचेदेखील अतितापन करण्यास सुरुवात झाली आहे. दंतचक्रे, लहान मोठे दंड (Shafts) वगैरे वस्तूंच्या औष्णिकोपचारांची वास्तविक पाहाता ह्या वस्तू ज्या पोलादाच्या कारखान्यात पोलाद निर्मिती होते तेथूनच, खऱ्या अर्थाने सुरुवात होते. पूर्वी सांगितल्याप्रमाणे दंतचक्रांवर फार मोठ्या प्रमाणावर जोर व दाब पडून त्यांना घर्षण क्रियेलाही तोंड द्यावे लागते. त्यामुळे, दंतचक्रांसाठी धातूची निवड करताना साहजिकच त्याच्या औष्णिकोपचारांकडेही लक्ष पुरवावे लागते.

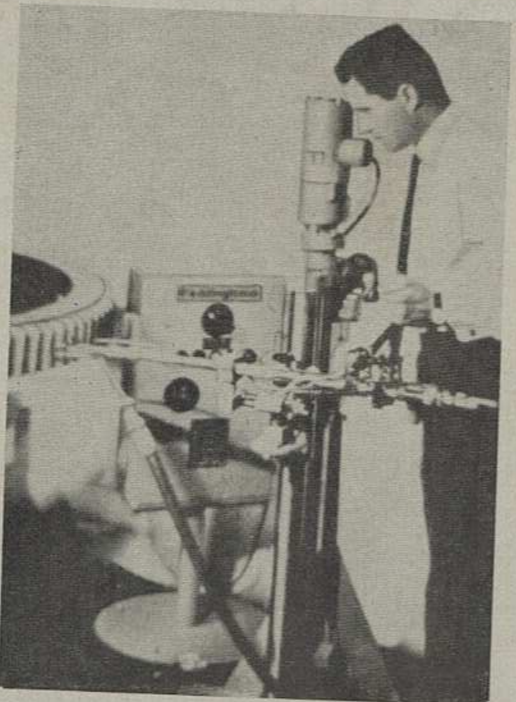
ज्यावेळी एखादे दंतचक्र बनविण्यासाठी योग्य त्या मापाचा अगर आकाराचा दंड मिळत नसेल अशा वेळी काही प्रमाणात मोठ्या आकाराची धातू घेऊन नंतर त्याला योग्य आकार व रूप देतात. हे काम धातू गरम करून घडविल्याने साध्य होते. कोणतीही धातू गरम करून घडविली जात असताना धातूच्या आंतर-भागामध्ये आण्विक विस्थापन (Molecular displacement) घडून येते. त्यामुळे धातूच्या पृष्ठभागाचे आत प्रत्याबल (Stress) निर्माण होते. प्रत्याबलाचे अवमोचन करण्यासाठी धातूवर घडाई (Forging) केल्यावर धातूचे समतापन (Normalizing) करावे लागते. धातूच्या समतापनाचे तपमान अंदाजे ९५०° ते ९८०° सेंटिग्रेड इतके असते. ह्या तपमानात दंतचक्रे एक-दोन तास ठेवून नंतर ती नैसर्गिक हवेत थंड होऊ देतात.

टीप: कोणत्याही धातूवर औष्णिकोपचार करण्यापूर्वी ती धातू ज्या उत्पादकाने बनविली असेल त्याचा सल्ला घेणे युक्त असते. कारण धातू बनविणाऱ्या कारखानदारांकडे त्यांनी बनविलेल्या धातूवर करावयाच्या औष्णिकोपचारांची माहिती नेहमी तयार असते व ते सदरहू माहिती मोफत पुरवितात. धातू उत्पादकाला विचारणे

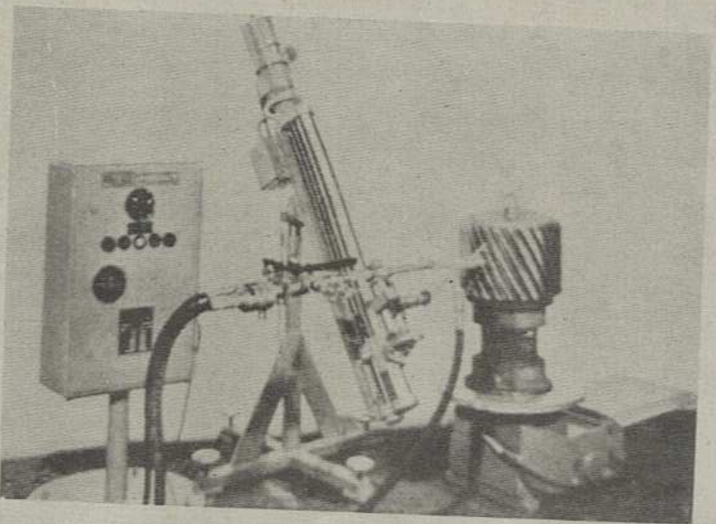
आकृती क्रमांक ७



प्ररोचन अतितापन केलेल्या पट्टाचा अनुप्रस्थ छेद. आकृतीत बाह्यावरणाचा जो कडक झालेला भाग आहे तो दिसत आहे.



← आकृती क्रमांक ८
दंतचक्राचे ज्योतीय अतितापन
↓



शक्य नसेल तर पुढीलपैकी कोणत्याही संस्थेकडून अल्प मोबदला देऊन माहिती मिळू शकेल:

1. Indian Institute of Technology, Bombay
2. All India Machine Tool Manufacturers' Association, Bombay
3. Indian Standards Institution, Delhi
4. Maharashtra Small Scale Industries Development Corporation, Bombay
5. Small Industries Service Institute, Bombay
6. Hindustan Steel Ltd.
7. Indian Institute of Metals
8. Indian Institute of Foundrymen

वरीलप्रमाणे दंतचक्रांच्या धातूंवर समतापन न केल्यास दंतचक्रांवर अनावश्यक दाब पडून ती तुटण्याचा धोका असतो. म्हणून समतापन करणे ही दंतचक्रांच्या दर्जा (Quality) च्या दृष्टीने अत्यंत अत्यावश्यक बाब आहे.

दंतचक्रे तयार होण्यापूर्वी त्यांना पाच वेळा यंत्रण करावे लागते. पैकी पाचव्या प्रकारच्या यंत्रणास शाणन (Grinding) म्हणतात. दंतचक्राचे शाणन करण्यापूर्वी दंतचक्राचे अतितापन करतात. दंतचक्र अतितापनाचे पुढीलप्रमाणे चार प्रकार अस्तित्वात आहेत:

१. प्रांगायण (Carburizing) व भूयेयण (Nitriding)
२. श्यामेयण (Cyniding)
३. ज्योतीय अतितापन (Flame hardening)
४. प्ररोचन अतितापन (Induction hardening)

चांगल्या यंत्राचे उत्पादक ज्यावेळी कमी शक्तीची यंत्रे बनवितात त्या वेळेस त्यांना साहजिकच उत्तम प्रतीची धातू दंतचक्रासाठी वापरणे परवडत नाही. कमी प्रतीची धातू वापरली तर दंतचक्र टिकत नाही. अशा वेळी कमी प्रतीची धातू उदा. नीच कर्ब पोलाद वापरून, उच्च प्रतीच्या धातूच्या इतकीच कार्यक्षम दंतचक्रे करण्यासाठी दंतचक्रांचा केवळ दाते असलेला भाग गरम करून फक्त तेवढ्याच भागाचे अतितापन करतात. ह्या क्रियेला स्थानीय औष्णिक प्रक्रिया (Localized heating) असे म्हणतात.

यंत्रोपकरणांसाठी वापरल्या जाणाऱ्या दंतचक्रांपैकी बरीचशी दंतचक्रे वरीलपैकी प्रांगायण (Carburizing) ह्या औष्णिकोपचाराचा अवलंब करून अतितापलेली असतात. प्रांगायणाचा अवलंब सर्वसाधारणत: कोणत्याही जातीच्या कर्ब

पोलादा (Carbon steels) साठी केला जातो. प्रांगायणाच्या प्रक्रियेसाठी एका पेटीची आवश्यकता असते. सदरहू पेटी चांगल्या प्रतीच्या वर्ण रुपातू पोलादा (Chrome nickel steel) पासून किंवा अविकारी पोलादा (Stainless steel) पासून बनवितात. पेटी शक्य तर वरील धातू ओतून करतात किंवा संधानित (Welding) करून बनवितात. प्रांगायण करण्यासाठी क्षार-श्यामेय (Sodium cynide) वापरले जाते. ह्या रसायनाचा, पेटी वर्ण रुपातू अगर अविकारी पोलादाची असल्याने, तिच्यावर कोणताही परिणाम होत नाही. प्रांगायण करण्यासाठी ज्यामधून जास्त प्रमाणात कर्ब वायू बाहेर पडू शकेल अशा वस्तू उदा. कोळशाची भुकटी, दगडी कोळसा, अगर कर्ब वायू वगैरे वापरतात.

एका पेटीमध्ये वरील वस्तूंचे मिश्रण करून ठेवून ही पेटी भट्टीत ठेवून देतात. मात्र भट्टीत ठेवल्यानंतर पेटीला सर्व बाजूने सारख्या प्रमाणात उष्णता लागेल ह्याची दक्षता घ्यावी लागते. भट्टीचे तपमान वाढविले जात असताना पेटीतील कर्ब वायू निर्माण करणाऱ्या वस्तूंमधून कर्ब वायू बाहेर पडून त्याची पेटीच्या आत इतर वस्तूं-बरोबर ठेवलेल्या कामाच्या बाह्य पृष्ठभागावर रासायनिक क्रिया होऊन कामावर कर्ब वायूचे आवरण (Case) तयार होते. अशा रीतीने गरम धातूवर कर्ब वायूचे आवरण तयार झाल्यामुळे नगाच्या बाह्यावरणात आण्विक फेरबदल घडून येऊन धातूचा पृष्ठभाग साधारणतः ०.५ मि.मी. इतक्या खोलीपर्यंत कडक होतो. ह्या पद्धतीने उच्च कर्ब पोलादाचे प्रांगायण करण्यास अंदाजे ०.७६२ मि.मी. इतक्या खोलीपर्यंत धातू कडक करावयाची झाल्यास ९५३° सेंटिग्रेड इतक्या तपमानात एक तास लागतो. हीच क्रिया क्षारास वितळलेल्या अवस्थेत ठेवून त्यात अतितापन करावयाच्या नगास बुडवून करता येते. ह्या क्रियेमुळे प्रांगायण केलेल्या नगाचे थोडया प्रमाणात भूयेयण (Nitriding) होते. ह्या क्रियेला ' श्यामेय प्रांगायण ' (Cynide carburizing) असे म्हणतात.*

दंतचक्रांना केव्हा केव्हा भूयेयण (Nitriding) देखील केले जाते. भूयेयण हेदेखील वरीलप्रमाणे प्रांगायण क्रियेनेच केले जाते. मात्र भूयेयण करण्यासाठी अमोनिया वायूचा उपयोग केला जातो. धातू प्रथम ४९७° ते ५२५° सेंटिग्रेड इतकी गरम करून त्यावर भूयेयणाचे आवरण तयार केले जाते. मात्र श्यामेयणापेक्षा भूयेयणाला बराच जास्त वेळ (अंदाजे ७२ तास) लागतो व धातू अंदाजे ८–१० मि.मी. इतक्या खोलीपर्यंत कडक होते. श्यामेयण व भूयेयण ह्या दोहोंपैकी कोणताही एक प्रकार अवलंबून केलेल्या अतितापनामुळे दंतचक्रे अत्यंत उत्तम प्रकारे झीजरोधक होतात.

---

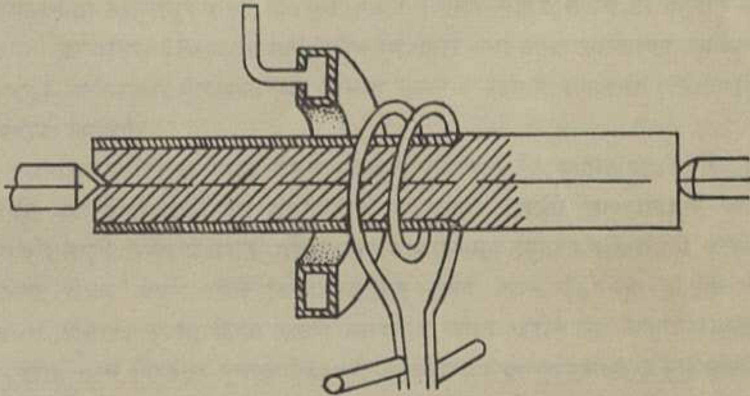
*Gear Cutting Practice—F. H. Colvin & F. A. Stanley.

प्रयोगशाळांतून केलेल्या प्रयोगांतून असे दिसून आले आहे की, ०.५० टक्के इतका कर्ब असलेल्या मध्यम कर्ब पोलादापासून जर दोन सारख्याच आकाराची व मापाची दंतचक्रे बनविली आणि जर एकावर भट्टीत घालून अतितापन केले आणि दुसऱ्यावर जर श्यामेयण किंवा भूयेयण यांपैकी कोणतीही एक प्रक्रिया केली तर श्यामेयण किंवा भूयेयण केलेले दंतचक्र पहिल्यापेक्षा अकरा पट जास्त झीजरोधक असते.*

औष्णिक ज्योतीने दंतचक्रांचे अतितापन करण्यासाठी आकृती क्रमांक ८ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे औष्णिक ज्योत दंतचक्राच्या दात्यांवर सोडण्यासाठी यंत्र वापरले जाते. ह्या यंत्रावर फक्त मध्यम कर्ब पोलाद, उच्च कर्ब पोलाद व बिडाच्या दंतचक्राचेच अतितापन करता येते. ज्योतीच्या सहाय्याने अतितापन करावयाच्या दंतचक्राचा पृष्ठभाग पूर्णपणे स्वच्छ असणे आवश्यक आहे.

तर्कू.—कातन यंत्राचे तर्कू पूर्वी भट्टीत घालून अतितापले जात असत तथापि भट्टीच्या उष्णतेमुळे तर्कूचे विरूपण होत असे. नंतर औष्णिक ज्योतीचे सहाय्याने

आकृती क्रमांक ९



तर्कूचे प्ररोचन अतितापन

अतितापन करण्याची सुरुवात झाली. औष्णिक ज्योतीय अतितापन करताना तर्कू स्वतःच्या आसाभोवती फिरतो. औष्णिक ज्योत एका ढकलगाडीवर एक अडाणा (Fixture) ठेवून त्यावर ठेवतात. औष्णिक ज्योतीच्या पाठोपाठ दुसऱ्या एका

*Gear Cutting Practice—F. H. Colvin & F. A. Stanley.

नळीतून कामावर दाबयुक्त पाणी फवारले जाते. ह्यामुळे ज्योतीच्या उष्णतेने तापविलेल्या तर्कूवर लगेच पाणी फवारले जाऊन तर्कू झटकन थंड होतो व तो अत्यंत कडक होतो. ह्या पद्धतीमुळे विशेषत: पाणी मारले जात असताना ते सर्वत्र सारख्याच दावाने, एकाच वेळी व सारखेच मारले न गेल्यास तर्कू कमी जास्त प्रमाणात आकुंचन पावतो व त्यामुळे त्याच्या आकारात थोडाफार फरक पडतो.

वर उल्लेखिलेल्या कारणांमुळे अगदी अलीकडील काळात पूर्वी सांगितलेली प्ररोचन अतितापनाची प्रक्रिया वापरली जाते. ह्या क्रियेनुसार तर्कूच्या अतितापनासाठी तर्कूच्या सभोवार राहील अशी कुंडलिनी असावी लागते. (आकृती क्रमांक ९ पाहा.) ही प्रक्रिया दंतचक्रांसाठीदेखील वापरतात.

—•—

प्रकरण ४

नमुना काम व साचा काम

कातन यंत्राच्या एकूण वजनापैकी सुमारे ७० टक्क्यांपेक्षा जास्त वजनाचे भाग बिडाचे असतात. हे बिडाचे भाग तयार करण्यापूर्वी ह्यांचे नमुने (Pattern) तयार करून हे नमुने साचाचे वाळूत दाबून तयार नमुन्याचा वाळूमध्ये साचा (Mould) तयार करून घेतात. ह्या साचामध्ये कलोहा (Pig iron) चा तप्त रस ओतण्यात येतो. हा रस थंड झाल्यानंतर ओतीव नमुना तयार होतो. वरवर विचार केला असता ह्या साध्या व सोप्या वाटणाऱ्या प्रक्रियेच्या आड अवघड अशा कित्येक क्रिया, प्रक्रिया असतात. ओतीव नमुना सर्व दृष्टीने उत्कृष्ट दर्जाचा तयार होण्यासाठी नमुना काम व साचा काम अत्यंत सफाईदार, काटेकोरपणे व उत्तम प्रकारचे करणे आवश्यक असते. नमुना कामाचा सफाईदारपणा व प्रत्यक्ष नमुन्याचा दर्जा, तो नमुना ज्या वस्तूंपासून व ज्या यंत्रावर तयार करतात त्यावर, तसेच तो नमुना ज्या नमुना कारागिरा (Pattern maker) कडून तयार केला जातो त्याच्यावर अवलंबून असतो. नमुना कारागीर स्वतःच्या कामात अत्यंत वाकबगार व कसबी (Skilled) असावा लागतो.

ओतकामासाठी लागणारे नमुने लाकूड, स्फटघातू (Aluminium), पितळ, वगैरे आणखीही काही वस्तूंपासून बनविले जातात. तथापि लाकडापासून बनविलेले नमुने विशेष प्रचारात आहेत. ज्या लाकडापासून नमुना बनवितात ते लाकूड उष्णतारोधक असणे तसेच त्याचे सळ/तंतू सघन असणे (Close grained) आणि शक्यतो एकाच दिशेत असणे आवश्यक असते. खेरीज हे लाकूड मजबूत, टिकाऊ, नीच विस्तरण गुणांक (Low co-efficient of expansion) असलेले, आणि आकार न बदलणारे असावे लागते. नमुना बनविण्यासाठी पुढील वस्तूंचा उपयोग करतात:

१. **सागाचे लाकूड.**—ह्याचा उपयोग दीर्घजीवी नमुन्यासाठी करतात.

२. **देवदार लाकूड (Deal wood).**—ह्याचा उपयोग अल्पजीवी नमुन्यासाठी करतात.

३. **थर्मोकोल (Thermocole).**—ह्याचा उपयोग ज्या नमुन्यापासून फक्त एकच ओतीव नमुना करावयाचा असेल त्यासाठी करतात.

४. **स्फटधातू** (Aluminium).—ह्याचा उपयोग जे नमुने परत परत बनवावे लागतात त्यांच्यासाठी केला जातो.

५. **पितळ**.—वरील क्रमांक ४ प्रमाणेच जे नमुने पुनश्च बनवावे लागतात त्याच्यासाठी व कायम स्वरूपाचे नमुन्यांसाठी केला जातो. पितळेच्या नमुन्याचा पृष्ठभाग विशेष गुळगुळीत व सफाईदार करता येत असल्यामुळे पितळेच्या नमुन्यांचा उपयोग सफाईदार ओतीव कामासाठी बनवावयाच्या नमुन्यांसाठी करतात.

६. **बीड**.—वरीलप्रमाणेच आहे.

आधुनिक तंत्रज्ञानामुळे व मृत्तैलोद्योग (Petroleum Industry) वाढीमुळे प्लास्टर ऑफ पॅरिसचा उपयोग अशा ठिकाणी करतात की जेव्हा नमुना आकाराने फार मोठा व बनविण्यास फार कष्टप्रद असेल. ॲरल्डाईटचा उपयोग अत्यंत कठीण अशा नमुन्यांसाठी व तुलनात्मक लहान नमुने करण्याकडे केला जात असला तरी ॲरल्डाईट इतर सर्व धातूंच्या ठिकाणी वापरले जाण्याचीही शक्यता आहे.

नमुना कामासाठी अशा ज्या वस्तूंचा उपयोग करण्यात येतो त्या वस्तूंत उपरिनिर्दिष्ट वस्तू प्रामुख्याने वापरण्यात येतात. ह्याशिवाय रंग, फेव्हिकॉल (Fevicol) एक प्रकारचा पांढरा गोंद, खिळे, स्क्रू, पुठ्ठा, लांबी, चामडे, लाकूड कामाचे पॉलीश, मेण वगैरे इतरही बऱ्याच वस्तू नमुना बनविण्यासाठी लागतात.

कोणत्याही नमुना कामासाठी तो नमुना कोणत्या अंतिम वस्तूसाठी तयार करावयाचा आहे ते जाणून घेऊन त्यानुसार नमुना बनवावा लागतो. तसेच तयार नग कशासाठी वापरला जाणार आहे त्याचा उपयोग कुठे होणार व तो कोणते काम करणार आहे, त्याचा एकूण वस्तूच्या किंमतीमध्ये किती अंश (शेकडा प्रमाण) राहणार आहे, व त्या तयार नगावर कोणते दाब पडणार आहेत, त्यांचा विचार करून त्याप्रमाणे नमुना अथवा फर्मा बनविला जातो. कातन यंत्र निर्मितीसाठी पुढील तीन प्रकारचे नमुने प्रामुख्याने बनविले जातात :

१. **भरीव नमुना** (Solid pattern).—हा नमुना केवळ एकाच पेटीमध्ये वाळूत दाबून भरावयाचा असतो.

२. **विभाजित नमुना** (Split pattern or parted pattern).—हा नमुना वाळूत दाबला जाण्यासाठी दोन पेट्या वापराव्या लागतात. नमुन्याचा वरचा अर्धा भाग वरच्या पेटीत व खालचा अर्धा भाग खालच्या पेटीत भरला जातो.

३. **सांगाडा नमुना** (Skeleton pattern).—हा नमुना जर ओतीव काम आकाराने फारच प्रचंड असेल तरच वापरतात.

हे लाकडाचे नमुने तयार केले जात असताना पुढील गोष्टी ध्यानात ठेवणे आवश्यक आहे :

१. नमुना वाळूतून बाहेर काढताना वाळू विस्कळीत होऊ नये म्हणून त्याचा आकार निमुळता करावा लागतो.

२. ओतकाम कोणत्या धातूचे करावयाचे आहे ?

भिदातू (Bismuth) व लिखिजात्मक बीड (Graphitic cast iron) हे दोन धातू सोडून इतर सर्वच धातू थंड होताना आक्रसतात. *द्रव स्वरूपातील धातू घट्ट होताना तिची पुढीलप्रमाणे प्रक्रिया असते. द्रव धातू—अर्धवट द्रव व अर्धवट घट्ट—पूर्ण घट्ट—आकुंचलेली धातू. ह्या धातूच्या आकुंचनाला (Contraction) असे म्हणतात.

प्रत्येक धातूचे ठराविक प्रमाणातच आकुंचन होत असल्यामुळे, नमुना तयार करतानाच तो ठराविक प्रमाणात वाढत्या मापाचा बनविला जातो. नमुन्याचे हे वाढते माप ओतीव कामाच्या धातूप्रमाणे बदलत असल्याने, परिशिष्टातील तक्त्यामध्ये दिल्याप्रमाणे ठेवतात (परिशिष्ट क्रमांक ७ पाहा) तसेच धातू ओतून झाल्यानंतर कामाचे योग्य त्या प्रकारे व योग्य त्या मापात यंत्रण करणे शक्य व्हावे, आणि नगाच्या यंत्रणासाठी (Machining) योग्य त्या प्रमाणात अतिरिक्त धातू शिल्लक राहावी म्हणून योग्य तेवढ्या प्रमाणात नमुना मोठा ठेवतात. सदरहू यंत्रणासाठीच्या वाढीव मापाचे अनुज्ञेय प्रमाण परिशिष्ट क्रमांक ८ मध्ये पाहा.

ओतीव नगामध्ये एखादे छिद्र किंवा गाभा अगर काही विशिष्ट आकाराची पोकळी राहावी अशी अपेक्षा असेल तर छिद्राच्या अगर पोकळीच्या आकाराचे पण पोकळीच्या अगर छिद्राच्या मापापेक्षा लहान मापाचे छिद्र ओतीव नगामध्ये ठेवतात. हे छिद्र अगर पोकळी राहण्यासाठी नमुना तयार करताना त्यावर (नमुन्याच्या पृष्ठभागावर) ज्या मापाचे छिद्र तयार व्हावे अशी अपेक्षा असेल त्यापेक्षा थोड्या लहान मापाचे तुकडे जोडतात. ह्या तुकड्यांना 'आंतरक छाप' (Core print) असे म्हणतात. अशा प्रकारचे आंतरक छाप ठेवल्यामुळे ओतीव कामाचे बरेचसे वजन कमी भरून ते छिद्र ओतीव नगात ठेवले नसते तर ते करण्यासाठी—बनविण्यासाठी बराचसा वेळ व पैसा वापरावा लागला असता.

ज्या कारखान्यामध्ये मानक आकाराचे (Standard sizes) आंतरक (Cores) तयार नसतात अशा कारखान्यांमध्ये ओतीव काम करून घेण्यासाठी जे नमुने देतात त्यांना आंतरक छाप असल्यास ह्या नमुन्याबरोबरच आंतरक पेटी (Core box) द्यावी लागते.

---

*Densening & Chilling in Foundry Work—E. Longden.

तयार नमुना वाळूत दाबण्यासाठी जी वाळू वापरतात तिला साचाची वाळू (Moulding sand) म्हणतात. साचाची वाळू भारतात विशिष्ट ठिकाणीच मिळते. (आकृती क्रमांक १० पाहा.) बंगाल व बिहार ह्यांच्या सरहद्दीवर असलेल्या राणीगंज व बाराकार, बिहार राज्यातील ओयारिया, पंजाबमधील गुरुदासपूर जिल्ह्यात बटाला शहरानजीक, तर पश्चिम भारतात भावनगर, म्हैसूरच्या हद्दीत लोंढा येथे, मद्रासमध्ये आवडी व विलीवाकम येथे सापडते. ह्याखेरीज सिकंदराबाद, अलाहाबाद व जबलपूर येथेही साचाच्या वाळूचे साठे आढळतात.* साचाच्या वाळूमध्ये मुख्यत्वे-करून पुढील द्रव्ये असतात:

१. चिकणमाती (Clay)
२. सैकजा (Silica)
३. निस्सादित लोह (Iron oxide)
४. स्फटधातू (Aluminium)
५. चुना (Lime)
६. भ्राजातुक (Magnesia)
७. क्षारक (Alkalies)

साचाच्या वाळूबरोबरच ती एकबंध (Bond) राहावी म्हणून बेंटोनाईट (Bentonite) देखील मिसळावे लागते. बेंटोनाईट राजस्थान, बिहार व जम्मू-काश्मीर ह्या तीनच राज्यांत मिळते.* ह्या साचाच्या वाळूला काही गुणधर्म असणे अत्यंत आवश्यक आहे. ते येणेप्रमाणे:

१. **उच्च उष्णतारोध** (High heat resistance).—साचाची वाळू उच्च उष्णतारोधक असावी लागते. कारण तिला अंदाजे १६४९° सेंटिग्रेड इतक्या तपमानाला तोंड द्यावे लागते. जर ती ह्या उष्णतामानाला तोंड देऊ न शकेल तर वाळूचे कण उष्णतेने वितळून जाऊन एकमेकांना जोडले जातील (Fuse).

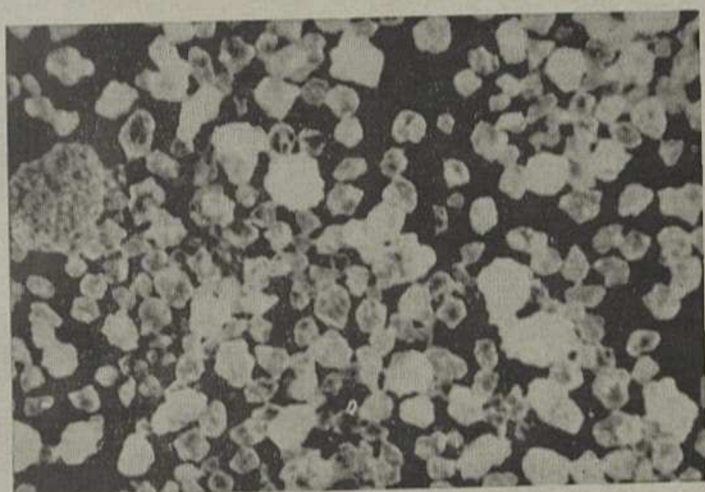
२. **नम्यता** (Plasticity).—वाळूचे कण एकमेकांस चिकटून जाऊन त्यांचा जणू एकबंध (Bond) अवयव तयार झाला पाहिजे.

३. **वाहकता** (Mobility).—नमुन्याच्या पृष्ठभागाला जितक्या सहजतेने, कोणत्याही प्रकारे विशेष दाब न देता धरून राहाण्याचा गुणधर्म.

४. **प्रवेश्यता** (Permeability).—साचा तयार केला जात असताना व तो तयार केल्यावर साचामधील हवेमुळे साचामध्ये एक प्रकारचा वायू निर्माण होतो. तसेच वाळूच्या ओलसरपणामुळे व त्यातील सेंद्रिय (Organic) द्रव्यांमुळेदेखील

---

*Indian Construction News—Vol. 7, No. 11, November 1958.

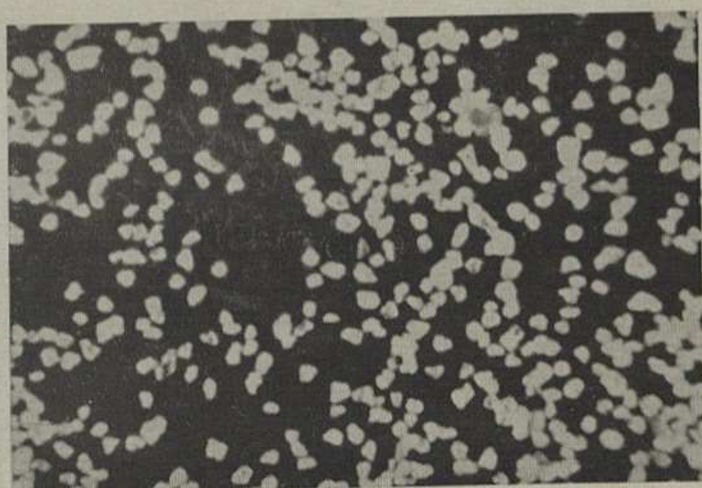


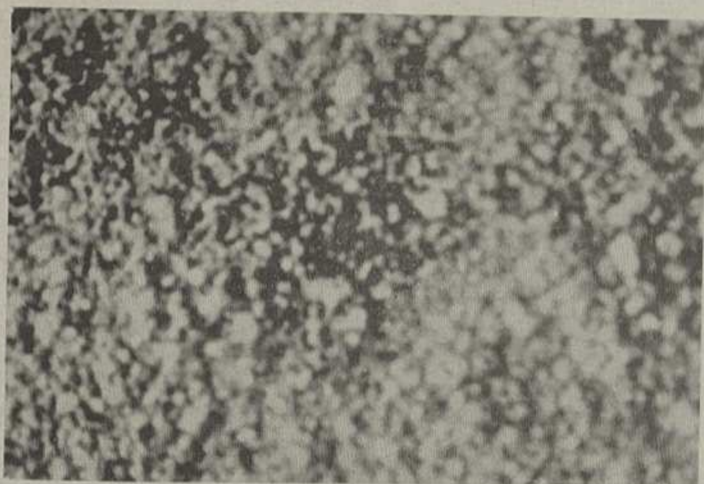


आकृती क्रमांक १०

भारतीय साचाच्या वाळूचे विविध नमुने







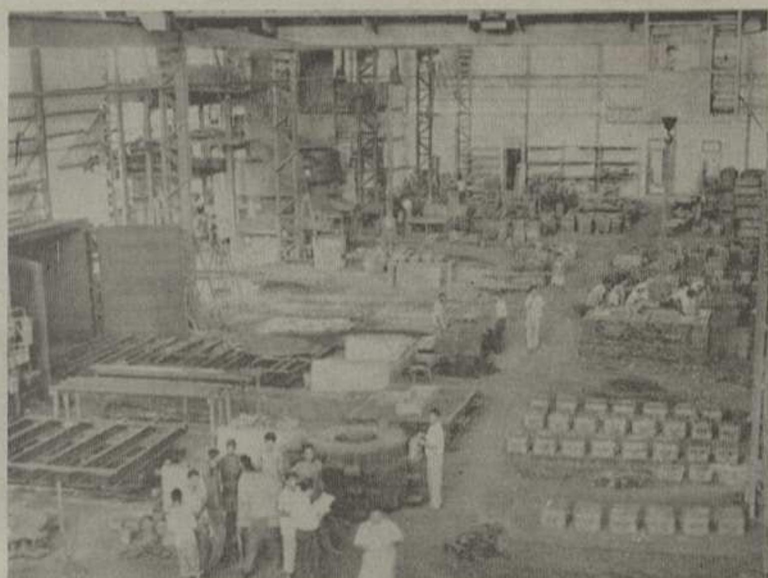


आकृती क्रमांक १०

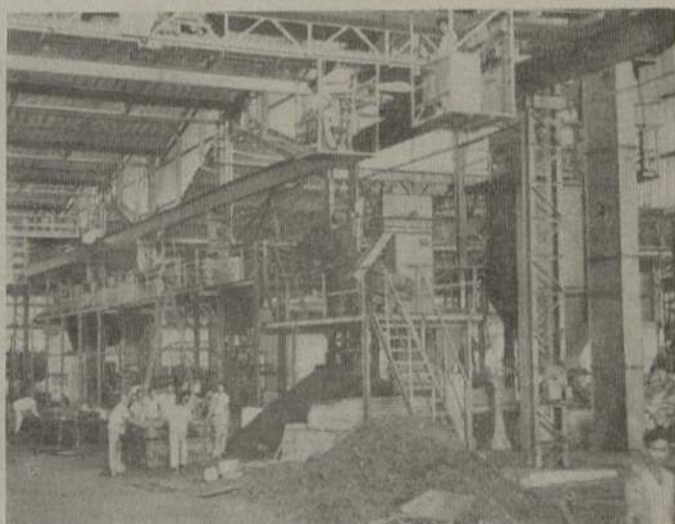
भारतीय साचाच्या वाळूचे विविध नमुने



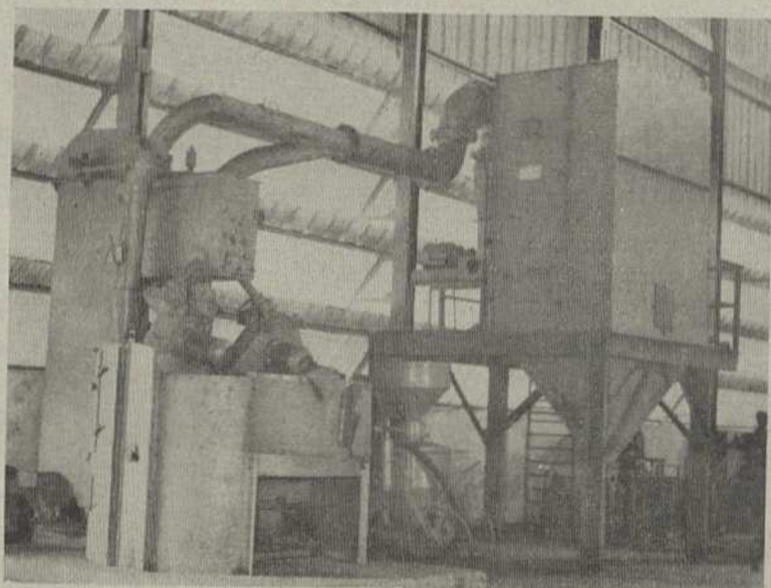




↑
आकृती क्रमांक ११
आधुनिक साचाखात्याची दृश्ये
↓



आकृती क्रमांक १२



साचामध्ये वाळू भरणारे पिंप

हा वायू निर्माण होऊ शकतो. हा साचात निर्माण होणारा वायू साचामधून बाहेर फेकण्याच्या वाळूच्या क्षमतेला वाळूची प्रवेश्यता असे म्हणतात. सदरहू वायू बाहेर न गेल्यास ओतीव कामामध्ये लहान लहान छिद्रे (Blow holes) निर्माण होतात. तसेच नको त्या ठिकाणी जादा धातू, ती ओतली जात असताना आपोआपच वाहून जाते (Misruns of metal).

५. **बंध शक्ती** (Bond strength).—साचा सर्वसाधारण कामासाठी हाताळला जात असताना तयार साचाची माती पडू नये अशी अपेक्षा असते. मातीच्या एकाच ठिकाणी घट्ट चिकटून राहाण्याच्या ह्या गुणाला 'बंध शक्ती' असे म्हणतात.

टीप.—वरील प्रवेश्यता व बंध शक्ती यांचे एकमेकांशी व्यस्त प्रमाण असते.

६. **आर्द्रता.**—वाळूतील ओलसरपणाला आर्द्रता असे म्हणतात. वाळूत जादा आर्द्रता असल्यास वाळूच्या उपरिनिर्दिष्ट गुणधर्मांवर तिचा अनिष्ट परिणाम होतो. तसेच वाळूमध्ये जास्त प्रमाणात आर्द्रता राहिल्यास धातू ओतल्यावर ती आपोआप उकळू लागून त्यामुळे साचाची वाळू विसकटून अशा साचात ओतलेल्या धातूचा साहजिकच वेडावाकडा ओतीव भाग तयार होतो. केव्हा केव्हा ह्या जादा आर्द्रतेमुळे ओतीव भाग फार कडक, तर कधी तडकलेला, तर कधी तुटलेल्या स्वरूपात साचामधून निघतो. कोणत्याही प्रकारच्या साचाच्या वाळूमध्ये आर्द्रतेचे प्रमाण सर्वत्र सारखे असणे अत्यंत आवश्यक असते.

७. **पुनर्वापरक्षमता** (Reusability).—एकदा वापरलेली वाळू परत परत वापरता आली पाहिजे.

साचे बनविण्यासाठी पुष्कळ प्रकारची वाळू वापरली जाते व त्यापैकी बरीचशी वाळू नद्या, सरोवरे व समुद्र किनारा, तर कधी विशिष्ट प्रकारच्या डोंगरांमधून पोखरून (Quarrying) काढावी लागते. वाळूचे पुढे निर्देशित केलेले प्रमुख प्रकार असतात:

१. ओली वाळू (Green sand)

२. सुकी वाळू (Dry sand)

३. आंतरक वाळू (Core sand)

४. सिमेंटमिश्रित वाळू (Cement bonded)

बिडाच्या कामासाठी जास्त करून ओली वाळू वापरली जाते. ह्या वाळूमध्ये वर सांगितलेले गुणधर्म प्रकर्षाने असतात. बिडाच्या कामासाठी जो साचा बनवितात, त्यासाठी जाडी वाळू (AFS No. 40-45) वापरतात. त्यामुळे साचामधून कर्ब वायू निघून जाण्यास जास्त मदत होते. या उलट निर्लोह धातू ओतण्यासाठी जो साचा करतात त्यासाठी बारीक वाळू (AFS No. 70-80) वापरतात. वाळू प्रथम

मोठ्या छिद्राच्या चाळणीने चाळून घेतात. त्यामुळे वाळूमधील मोठाले दगड, गोटे व इतर नको असलेले द्रव्य निघून जाते, नंतर ह्या वाळूला आणखी चाळून घ्यावे लागते. दुसऱ्यांदा चाळण्यासाठी अत्यंत लहान भोके असलेल्या चाळणी वापरतात. ह्या चाळणींना चार अगर अधिक पडदे (Screen) असतात. वरच्या पडद्याची भोके खालच्यापेक्षा मोठी असतात. अमेरिकन मानकानुसार (American standard) ह्या चाळणीचे क्रमांक व चाळणीतील प्रत्येक भोकाचा व्यास ठराविक असतात. (परिशिष्ट क्रमांक ९ पाहा.)

कातन यंत्र निर्मितीचे कारखानदार विशेषकरून AFS-४० ते २७० क्रमांकापर्यंतची वाळू जास्त पसंत करतात. जितक्या प्रमाणात ही वाळू बारीक तितक्या प्रमाणात साचाची प्रवेश्यता, बंध सामर्थ्य व प्रसरणशीलता जास्त चांगल्या प्रमाणात असतात. खेरीज बारीक वाळू वापरून केलेले ओतीव काम जास्त सफाईदार आणि गुळगुळीत होते. म्हणून चांगली यंत्रोपकरणे बनविणारे उत्पादक ही वाळू पसंत करतात.

साचाच्या वाळूमध्ये आणखी काही द्रव्ये पूर्वी सांगितलेले गुणधर्म वाढविण्यासाठी मिसळावी लागतात. ह्या द्रव्यात साखरेची मळी (Molasses), लाकडाचा भुसा (Saw dust), बेंटोनाईट (Bentonite), कोळशाची भुकटी (Coal powder), द्विदल धान्याची भुकटी (Cereals starch powder), क्षारातू सैकतेय (Sodium silicate), निस्सादित लोह (Iron oxide), बैल तेल (Linseed oil) वगैरे वस्तूंचा समावेश होतो. साचाचे कामासाठी तीन प्रकारची वाळू तयार करावी लागते. प्रत्येक प्रकारात पुढील द्रव्ये असतात:

(अ) मुखपृष्ठ वाळू (Facing sand)
- (१) बारीक वाळू
- (२) चिकणमाती
- (३) द्विदल धान्याची पूड
- (४) कोळशाची पूड
- (५) पाणी

(ब) पृष्ठीय वाळू (Backing sand)
- (१) क्षार
- (२) कोळशाची पूड
- (३) निस्सादित लोह
- (४) कोरडी वाळू
- (५) बैल तेल

(क) आंतरक वाळू (Core sand)

(१) चिकणमाती

(२) निस्सादित लोह

(३) वायू निर्माण करणारी वाळू

(४) बैल तेल

टीप : वरीलपैकी पृष्ठीय वाळू ही पहिल्या दर्जाची वाळू म्हणून ओळखली जाते. पृष्ठीय वाळू व मुखपृष्ठ वाळू एकदा वापरून झाल्यानंतर पुन्हा वापरता येते. अशा प्रकारे ही वाळू चार अगर पाच वेळा वापरता येते. प्रत्येक वेळेला त्यातील काही भाग जळून जातो. पुन: वापरण्यापूर्वी वाळू स्वच्छ करतात. त्यासाठी पाणी मारून वाळू परत चाळावी लागते व वाळूतील लोखंडाचे कण काढून टाकावे लागतात. ह्या क्रियेला वाळूचे शुद्धिकरण (Sand refinement) असे म्हणतात.

वरीलप्रमाणे द्रव्ये घालून साचाची वाळू तयार करावी (Sand making) लागते. ही वाळू तयार करण्यासाठी वरील वस्तू घालताना त्या चांगल्या प्रकारे मिसळाव्या लागतात अन्यथा वरील वस्तू अलग अलग राहून वाळू एकबंध (Bond) होणार नाही. तसेच ती गरम करावी लागते. ही वाळू मिसळण्याचे काम उत्तम प्रकारे व्हावे म्हणून आधुनिक यंत्रोत्पादक वाळूमिश्रण यंत्र (Sand mixer) वापरतात. ह्या यंत्रामध्ये पात्यांचा पंखा असतो. तो सतत फिरता राहून वाळू उत्तम प्रकारे मिसळली जाते. अशा ह्या उत्तम प्रकारे मिसळलेल्या वाळूचा चिवटपणा अंदाजे ३५१.५५ ते ८४३.७२ ग्राम/सेंटिमीटर^2 इतका असतो.

अलीकडे काही कारखान्यांतून कर्ब वायू (Co_2) पद्धत अवलंबितात. ह्या पद्धतीत शुद्ध वाळूमध्ये ४ ते ६ टक्के क्षारातू सैकतेय (Sodium silicate) मिसळतात. नंतर साचा अगर आंतरक तयार करून त्यामधून कर्ब वायू (Co_2) कमी दाबाने सोडतात. त्यामुळे वाळूचा साचा व आंतरक काही सेकंद्रांत कठीण बनतो. मात्र ह्या पद्धतीने साचे व आंतरक तयार करण्यासाठी वाळूचा अमेरिकन मानद क्रमांक ४५ ते ७० असावा लागतो. ह्या पद्धतीने बनविलेल्या साचाची वाहकता ७० ते ८० टक्के असते तसेच साचा गरम करावा लागत नाही व विशेष यंत्र सामग्रीची जरुरी लागत नाही. मात्र सदरहू पद्धतीसाठी वापरलेली वायू निर्माण करणारी वाळू वापरल्यावर फेकून द्यावी लागते.

चांगले ओतकाम करण्यासाठी वाळू केवळ उत्तमच असून चालत नाही, तर ती ज्या फर्म्याच्या बाजूला दाबतात ते वाळू दाबण्याचे काम (Ramming) देखील चांगले करावे लागते. साचात वाळू जितकी जास्त दाबून घट्ट बसविली जाते तितक्या प्रमाणात काम जास्त सफाईदार होते. ज्या वस्तूचा ओतीव भाग तयार करावयाचा

असेल त्याच्या नमुन्याला अथवा फर्म्याला साचाचे पेटीत ठेवून त्यावर वाळू दाबतात. वाळू दाबली गेल्यानंतर साचाच्या वरच्या भागात लोखंडाच्या एका टोकदार लहान सळईने भोके पाडतात. ह्या भोकांतून साचामधील कर्ब वायू (Carbon di-oxide) चटकन बाहेर निघून जातो. तसेच जेथून धातूचा रस ओततात त्याला साचाचे मुख (Pouring cup), रसनलिका (Sprue), रसवाहिनी (Runner), रसद्वार (Gate) व जादा रस साचातून काढून टाकणारे उन्मुख (Riser) हे बनविणे व ते व्यवस्थित रीतीने ठेवणे ही एक कला आहे. ही कला प्रत्येक साचे कारागिरास अवगत असणे अत्यंत आवश्यक आहे. **तो तीत वाकबदार असला तरच ओतकाम चांगले होते; अन्यथा होत नाही.**

कित्येक कारखान्यांतील साचा कारागिरांना ही कला उत्तम प्रकारे अवगत नसल्याने, कारखाने बंद पडलेले आहेत. धातूचा रस ओतण्यासाठी साचाचे मुख कोठे ठेवावे, रसनलिका, रसवाहिनी, रसद्वार व उन्मुख ह्या गोष्टी वाळूच्या साचात कशा तयार कराव्या ह्यावर पुष्कळदा साचा कारागीर व पर्यवेक्षक ह्यांच्यात मतभेद होतो. तथापि, आधुनिक व पुढारलेल्या तंत्रज्ञानानुसार रसद्वार व उन्मुख कसे ठेवावे ह्यासंबंधी नवीन तंत्र अस्तित्वात आहे. रसद्वारासंबंधी पुढील गोष्टींचा विचार केला जावा:*

१. धातूमधील व वाळूमधील कचरा थांबविता यावा.
२. साचा कमीत कमी वेळात भरला जावा.
३. धातू ओतल्यानंतर तिचे तपमान लवकर उतरले जावे.
४. रस ओतून झाल्यानंतर रसद्वार काढता यावे.
५. रसद्वारामुळे ओतीव रसाला साय धरू नये व रसामधून धातूचे निस्सादन (Oxidizing) होऊ नये.
६. धातू थंड होत असताना ती हळूहळू आकुंचन पावत असते व आकुंचन झालेल्या धातूच्या जागी नवी धातू रसद्वारामधून आपोआप येऊन राहाते. ही क्रिया संपूर्ण नग ओतून होईपर्यंत चालू राहाणे आवश्यक असते. अन्यथा ओतीव नगात आकुंचन छिद्रे निर्माण होतात.

काही वर्षांपूर्वी साचाची वाळू तयार करण्याचे काम करण्यासाठी यंत्रे अस्तित्वात नव्हती. तेव्हा हाताने काम करावे लागे. अलीकडे, पाच-सात वर्षांपासून चांगल्या यंत्रोत्पादकांकडील साचा खात्यात ह्या कामासाठी यंत्र सामग्री बसविण्यात आली आहे. ह्या यंत्र सामग्रीच्या साहाय्याने वाळू चाळणे, मिसळणे, साचामध्ये वाळू भरण्यासाठी असलेल्या मोठ्या पिंपा (Dumpers) पर्यंत वाहून नेणे नंतर ती साचामध्ये

---

*Cast Metals Hand Book—American Foundrymen's Society.

भरून दाबणे वगैरे कामे स्वयंचलित यंत्राच्या साहाय्याने केली जातात. (आकृती क्रमांक ११, १२ पाहा.)

खराब ओतकामाचे मुख्य कारण पुष्कळदा कमी प्रतीचा साचा तयार करणे अगर/किंवा कमी प्रतीची वाळू साचासाठी वापरणे हे असते. ओतीव कामात पुष्कळदा पुढील प्रकारची खराबी असू शकते.

१. **फुगार (Blows).**––पुष्कळदा साचामधील कर्ब वायू बाहेर निघून न जाता त्यावर वाळूचा दाब (Pressure) वाढतो. त्यामुळे ओतीव कामात त्याच्या बाह्य थरामध्ये फुगा निर्माण होऊन तो साहजिकच पोकळ राहातो. कित्येक वेळा वरीलप्रमाणे फुगे तयार होण्याचे कारण प्रवेश्यता हेही असू शकते.

२. **छिद्रे (Blow holes).**––ज्यावेळी साचाच्या वाळूची आर्द्रता व प्रवेश्यता प्रमाणापेक्षा जास्त असतात तेव्हा वाळूमधील वायू बाहेर पडू शकत नाही. हा वायू ज्या ज्या ठिकाणी साचून राहातो तेथे ही छिद्रे तयार होतात.

३. **तुटलेले काम.**––केव्हा वरच्या पेटीतील रस खालच्या पेटीत पडतो तो जेथून पडला असेल तेथे पोकळी अगर गाभा तयार होतो व तो जेथून पडतो तेथे जादा धातू वाकड्या तिकड्या स्वरूपात जोडली जाते. तुटलेले काम तयार होण्याचे मुख्य कारण वाळू उत्तम प्रकारे मिसळलेली नसते व साचामधील वाळू चांगली दाबलेली नसते. ह्यामुळे वाळूला बंध सामर्थ्य प्राप्त होत नाही.

४. **ओतीव काममध्ये कचऱ्याचे कण.**––वाळूचा चिवटपणा कमी असल्यास ओतीव कामामध्ये वाळूचे कण येतात. त्यासाठी वाळूचा चिवटपणा वाढवावा लागतो.

५. **ओतीव काम व वाळू चिकटून जातात.**––ज्यावेळी वाळू उष्णतेमुळे नेहमी-पेक्षा जास्त प्रमाणात प्रसरण पावते, तेव्हा वाळू व ओतीव कामाचा पृष्ठभाग एक-मेकांना चिकटतात. त्यासाठी वाळू दाबताना ती जास्त प्रमाणात दाबली जात असल्यास दाब थोडा कमी करावा.

६. **धातूचे आकुंचणे.**––साचाची वाळू सर्वत्र सारख्याच प्रमाणात ओली नसल्यास ती ज्या ठिकाणी जास्त ओली असते तेथे ओतला गेलेला रस जादा प्रमाणात आकुंचन पावतो.

७. **आंतरकाचे तडकणे.**––जर आंतरक पुरेशा प्रमाणात मजबूत व चिवट नसेल तर तो तडकतो व तेथे धातूचा रस जाऊन बसतो.

कातन यंत्राच्या पट्टावर पडत असलेल्या दाबांना तोंड देऊ शकेल अशा प्रकारचे ओतीव बीड तयार करण्यासाठी साचामध्येच धातूचे तुकडे ठेवतात. ह्या धातूच्या तुकड्यांमुळे तप्त रसाच्या उष्णतेचे चटकन परिवहन होते, व ह्या तुकड्यांना लागून असलेल्या धातूच्या रसाचे जलद आकुंचन होऊन तेवढा पृष्ठभाग कडक बनतो. ह्या

क्रियेला धातूचे 'अतिशीतन' (Chilling) म्हणतात.* तसेच ज्या वेळेस ओतीव नगाला एकमेकांस छेदणारे असे अनुप्रस्थ छेद असतात, उदा. कातन यंत्राचा पट्ट, त्यावेळी साचाला आधार देण्याचे कार्यदेखील अतिशीतकाकडून होते. हे अतिशीतन धातूच्या तुकड्यांमुळे होते त्यांना अतिशीतक (Chills) असे म्हणतात. अतिशीतकाचे बाह्य अतिशीतक व आंतर अतिशीतक असे दोन प्रकार असतात. त्यांचेमुळे ओतीव नगाचे अनुक्रमे बाह्य पृष्ठभागाचे व आंतर पृष्ठभागाचे अतिशीतन करता येते. अतिशीतक बनविण्यासाठी पोलाद, बीड व तांबे यांचा उपयोग केला जातो. अतिशीतन केलेला पट्ट कडक, कठीण होतो व त्याखेरीज त्याची घनता (Density) वाढते. घनता वाढविण्यासाठी साचाच्या व आंतरकाच्या पृष्ठभागांना लिखिजाचा (Graphite) थर दिल्यास तयार ओतीव नगाची घनता विशेष प्रमाणात वाढते.

---

* Densening & Chilling in Foundry Work—E. Longden.

—•::•—

प्रकरण ५

ओतकाम

पूर्वी प्रकरण क्रमांक चारमध्ये आपण हे पाहिले आहे की भिदातू व लिखिजात्मक बीड ह्या दोन धातू सोडून इतर सर्व धातू थंड होत असताना आकुंचन पावतात. हा मुद्दा लक्षात येण्यासाठी प्रथम धातूची एकूण आकुंचन क्रिया लक्षात घेणे आवश्यक आहे. धातूच्या आकुंचनाचे पुढीलप्रमाणे चार प्रकार आहेत :

१. अनुरेखीय आकुंचन (Linear contraction)

२. परिमितीय आकुंचन (Volumetric contraction)

३. द्रव आक्रसण (Liquid shrinkage)

४. घन आक्रसण (Solid shrinkage)

१. **धातूचे अनुरेखीय आकुंचन.**—नमुन्याची लांबी व त्या नमुन्यापासून तयार झालेल्या धातूच्या ओतीव नगाची लांबी ह्या दोहोंमधील फरकास धातूचे अनुरेखीय आकुंचन असे म्हणतात. अनुरेखीय आकुंचनामुळे पडणारी तूट भरून येण्यासाठी नमुना त्याचे प्रत्यक्ष मापा (Actual dimension) पेक्षा काही प्रमाणात मोठा ठेवावा लागतो.

२. **धातूचे परिमितीय आकुंचन.**—ज्या साचामध्ये ओतीव नग ओततात त्या साचाची परिमिती (Volume) व तयार ओतीव नगाची परिमिती यांमधील परिमितीय फरका (Volumetric difference) ला धातूचे परिमितीय आकुंचन असे म्हणतात.

टीप : कोणत्याही धातूचे परिमितीय आकुंचन हे त्याच धातूच्या अनुरेखीय आकुंचनाचे तिप्पट असते. बीड व स्फटधातूच्या मिश्र धातूचे अनुरेखीय आकुंचन इतर बऱ्याच धातूंपेक्षा कमी असल्याने त्यापासून ओतीव नग तयार करणे जास्त पसंत करतात.

प्रमुख धातूंचे परिमितीय आकुंचन पुढीलप्रमाणे आहे :*

१.	नीच कर्ब पोलाद	} .. २.५–३.०० टक्के
२.	मध्यम कर्ब पोलाद	

*Melting of Cast Iron & Non-ferrous Alloys—A. Lipnitsky.

३. उच्च कर्ब पोलाद .. ४.०० टक्के
४. शुद्ध स्फटधातू .. ६.६० टक्के
५. शुद्ध तांबे .. ४.९२ टक्के
६. काळसर बीड .. १.९० टक्का (हे प्रमाण बिडाच्या लिखिजात्मक मिश्रणावर अवलंबून आहे.)
७. सफेत बीड .. ४.०० ते ५.५० टक्के

धातूचे आकुंचनाचे हे प्रमाण त्याच्या रासायनिक संयोजना (Chemical composition) वर अवलंबून असते. उदाहरणार्थ, मिश्र बिडामध्ये कर्ब व सैकजा यांचे प्रमाण जास्त व सैकजा व गंधक यांचे प्रमाण कमी असल्यास अनुरेखीय आकुंचन कमी होते. स्फटधातूमध्ये सैकजा जास्त असल्यास अनुरेखीय आकुंचन कमी होते. ह्या उलट भ्राजातू व तांबे या धातू मिश्र पोलाद व स्फटधातूमध्ये घातल्याने धातूचे अनुरेखीय आकुंचन वाढते.*

भ्राजातू (Magnesium) धातूमध्ये जस्त (Zinc) घातल्याने त्याचे अनुरेखीय आकुंचन कमी होते.

३. **धातूचे द्रव आक्रसण.**—धातू द्रवरूप असताना त्याचे तपमान जसजसे उतरत जाते तसतशा धातू, त्यांच्या पृष्ठभागांकडून मध्यभागाकडे आतील बाजूस खेचल्या जातात. कारण धातूच्या बाहेरचा भाग लवकर थंड होऊ लागतो, व आतला पोटातला भाग थंड होण्यास बराच उशीर लागतो. अशा परिस्थितीत सर्वच धातू द्रवरूप असतानादेखील आक्रसिली जाते ह्याला धातूचे द्रव आक्रसण असे म्हणतात.

४. **धातूचे घन आक्रसण.**—धातू घट्ट झाल्यानंतरदेखील त्यांचे तपमान उतरत असताना आक्रसण्याची क्रिया सूक्ष्म रीतीने चालू राहाते. ह्यालाच धातूचे घन आक्रसण असे म्हणतात.

धातूचे द्रव स्थितीतून घन स्थितीत रूपांतर होत असतानादेखील धातू आक्रसण्याची क्रिया चालूच राहाते. ह्यालाच अर्ध घन आक्रसण (Solidification shrinkage) असे म्हणतात. अर्ध घन आक्रसण हा प्रकार सर्व धातूंना लागू पडत नाही. विशेषत: भिदातू (Bismuth) व लिखिजात्मक बीड (Graphitic cast iron) ह्या दोन धातू ह्या अर्ध घन आक्रसण नियमापासून अलिप्त आहेत. या दोन धातूंचे द्रव रूपातून घन रूपामध्ये परिवर्तन होत असताना आक्रसण न होता प्रसरण (Expansion) होते.†

---

* Melting of Cast Iron & Non-ferrous Alloys—A. Lipnitsky.

† Densening & Chilling in Foundry Work—E. Longden.





आकृती क्रमांक १३

गोळीभत लिखिजात्मक संरचित मिश्र विडाच्या नमुन्यांची अंतर्गत संरचना









आकृती क्रमांक १४

कपोलामधून बिडाचा तप्त रस दर्वीमध्ये काढताना.

आकृती क्रमांक १५

दर्वीमधील तप्त रस साचामध्ये ओतला जाताना

द्रव रूप मिश्र धातूच्या वरील गुणधर्माखेरीज आणखीही गुणधर्म लक्षात घेतले जाणे आवश्यक आहे. उच्च तपमानात मिश्र धातूचे आकसण्याचे प्रमाण जेवढे जास्त आणि धातूची तणाव शक्ती (Tensile strength) व प्रतन्यन (Ductility) जितके कमी तितक्या प्रमाणात गरम अवस्थेतील धातू चिराळण्याची शक्यता अधिक असते (Hot tearing of metal). ह्या उलट मिश्र धातूची प्रत्यास्थता (Elasticity) जितकी जास्त व तसेच उतरत्या उष्णतामानात आकसण्याचे प्रमाण आणि मिश्र धातूचा परिमितीय बदल (Volumetric change) जितका जास्त तितक्या प्रमाणात धातू थंड होत असताना तडकण्याची शक्यता जास्त असते* (Cold cracking).

द्रवरूप गरम धातू ओतल्यानंतर ती थंड होताना ओतीव नगाचे आत धातूमध्ये आण्विक फेरबदल कमी जास्त प्रमाणात होत असतात. ह्या आण्विक फेरबदलांमुळे ओतीव नगामध्ये प्रत्याबल वाढते.

वरीलप्रमाणे धातू गरम अवस्थेत चिराळणे, थंड होत असताना तडकणे व अंतर्गत आण्विक फेरबदलांमुळे होणारे प्रत्याबल यापासून ओतीव नग खराब होऊ नयेत यासाठी नगाचे अनुप्रस्थ छेद क्षेत्रफळ (Cross sectional area) झटकन बदलणार नाही अशा रीतीने नगाची आखणी (Designing) करावी लागते.

कातन यंत्राचे पट्ट इतर यंत्रांगां (Machine parts) पेक्षा जास्त प्रमाणात दाबरोधक असल्यामुळे त्यांचा दाबरोध वाढविण्यासाठी मिश्र बिडामध्ये भ्राजातू (Magnesium) व तांबे ह्या दोन धातू मिसळाव्या लागतात. तथापि, भ्राजातू हा धातू चटकन आग पकडणारा असल्याने तो धातू शुद्ध स्वरूपात न टाकता मिश्र अवस्थेत मिसळतात. ह्या कामासाठी लोह भ्राजातू (Ferro magnesium)चा उपयोग केला जातो. ह्या दोन धातू मिश्र बिडामध्ये मिसळल्याने मिश्र बिडाची अंतर्गत संरचना (Internal structure) अत्यंत उत्तम व लिखिजात्मक होते. अशा प्रकारे तयार केलेल्या बिडाच्या अंतर्गत संरचनेमध्ये लिखिजाच्या सूक्ष्म गोळ्या (Spheres) निर्माण होतात. म्हणून पट्टाच्या मिश्र बिडाला "गोळीभूत लिखिजात्मक संरचित मिश्र बीड" (Spheroidal graphitic alloy cast iron) असे पूर्ण नाव आहे. ह्या लिखिजात्मक गोळ्यांमुळे मिश्र बिडाचा दाबरोध मोठ्या प्रमाणात वाढतो. (आकृती क्रमांक १३ पाहा.)

धातूचे वितळण (Melting) प्रामुख्याने दोन प्रकारच्या भट्टया वापरून करतात. एक प्रकारची भट्टी कोक (Coke) इंधन वापरून चालविण्यात येते तर

*Melting of Cast Iron & Non-ferrous Alloys—A. Lipnitsky.

दुसऱ्या प्रकारची भट्टी विजेवर चालते. कोकवर चालणाऱ्या भट्टीला कपोला (Cupola) असे म्हणतात. ह्या भट्टीचा मुख्य फायदा असा आहे की, तिचे सहाय्याने धातूचे सतत वितळण होत राहाते व इंधन कमी लागते. तथापि, वीजभट्टी इतक्या वाढीव तपमानापर्यंत (अंदाजे २०००° सेंटिग्रेड) ह्या कपोला भट्टीचा उपयोग करता येत नाही. कपोलामध्ये साधारणत: ताशी १ ते १६ टन इतकी धातू कमी खर्चात वितळविता येते. बहुतेक सर्वच कारखान्यांत कपोलातूनच वितळण केले जाते. (आकृती क्रमांक १४ पाहा.)

कपोलाच्या सहाय्याने धातूचे वितळण करणे पुढे निर्देशित केलेल्या कारणांमुळे फायदेशीर ठरते :

१. कपोलाचा भांडवली खर्च कमी असतो;
२. उत्तम प्रकारची औष्णिक कार्यक्षमता (Thermal efficiency);
३. कपोला चालविण्यासाठी येणारा कमी खर्च; व
४. धातू सतत वितळविण्याची (Melting) क्षमता.

कपोला वापरण्याचे अंतिम ध्येय कपोलातून बाहेर पडणाऱ्या धातूचा रस उत्तम प्रतीचा असला पाहिजे हे होय. सदर हेतू साध्य होण्यासाठी पुढील तीन गोष्टी प्रामुख्याने महत्त्वाच्या मानतात :

१. कपोला चांगल्या बनावटीची असली पाहिजे.
२. कपोलामध्ये टाकावयाच्या वस्तू योग्य त्या दर्जाच्या असल्या पाहिजेत.
३. कपोलाचालक (Founder) अथवा संधाताला कपोला चालविण्याचे उत्तम ज्ञान आणि अनुभव असला पाहिजे, तसेच त्याला धातूच्या रासायनिक प्रक्रियां (Chemistry of metals)ची उत्तम प्रकारे माहिती असली पाहिजे.

भट्टीमध्ये कोक ठेवण्यासाठी, तसेच वितळावयाच्या वस्तू आणि धातू ठेवण्यासाठी पुरेशी जागा असणे आवश्यक आहे. कपोलाच्या आतील भागात सर्वत्र सारख्या मापाच्या आणि सारख्याच प्रकारे बनविलेल्या उष्णतारोधक विटा (Fire bricks) बसविलेल्या असतात. ह्या विटा बांधून काढण्यासाठी वापरात असलेली उष्णतारोधक माती (Fire clay) वापरावी लागते. ह्या दोन्ही वस्तूंना सुमारे २०००° सेंटिग्रेड इतक्या उच्च तपमानाला यशस्वीपणे तोंड द्यावे लागते. तसेच ह्या विटा, भट्टीचे बांधकाम करताना, जितक्या जास्त जवळ ठेवलेल्या असतात, तितक्या प्रमाणात वितळलेल्या धातूवर येणारी साय त्यात कमी अडकते. नेमक्या याच महत्त्वाच्या बाबीकडे पुष्कळ ठिकाणी दुर्लक्ष केले जाते.

उष्णतारोधक माती आणि उष्णतारोधक विटा यांच्यात पुढील गुणधर्म असावे लागतात :

१. उच्च उष्णता-रोध, सुमारे २५००° सेंटिग्रेड.

२. घनता (Density).

३. हाताळण्याची सहजता.

कपोला सुरू करण्यापूर्वी कपोलात सर्वांत खाली, कोकचा थर (Coke-bed) रचतात आणि त्याच्यावर कलोह (Pig iron) व कोक असे आलटून पालटून थर बनवावे लागतात. याखेरीज कपोलामध्ये निव्वळ कलोह न घालता प्रामुख्याने पोलादाचे भंगार (Steel scrap) घालतात. साधारणतः १००० मि.मी. व्यासाचे कपोलात ५६० किलो माल राहातो. पोलादाचे भंगार घालण्याची कारणे येणेप्रमाणे :

१. ओतकामासाठी वापरल्या जाणाऱ्या कलोहामध्ये कर्बाचे प्रमाण ४.२ टक्के इतके असते. हे प्रमाण बिडामध्ये कमी असते. पोलादी भंगारामध्ये कर्बाचे प्रमाण १.५ टक्के इतके जास्तीत जास्त असू शकते. धातुशास्त्रीय दृष्टीने विचार करता कर्बाचे प्रमाण कमी करण्यापेक्षा वाढविणे अधिक सोपे आहे.

२. पोलादी भंगाराची किंमत कलोहाच्या किंमतीपेक्षा बरीच कमी असते त्यामुळे भांडवलाचा बराचसा भाग खेळता ठेवता येतो.

३. जास्त प्रमाणात कलोहाचा वापर केल्यास ओतीव नमुना कमी प्रतीचा तयार होतो.

४. पोलादी भंगार कलोहापेक्षा अधिक लवकर उपलब्ध होते. भट्टीसाठी वापरावयाचे भंगार विशिष्ट प्रकारचे असणेच आवश्यक आहे. तसेच ते विशिष्ट मापात असावे लागते.

कोणत्याही प्रकारचे भंगार विकत घेण्यापूर्वी एक सर्वसाधारण नियम लक्षात ठेवावा लागतो. तो असा की, ज्या भंगाराच्या तुकड्यावर यंत्रणाची चिन्हे (Machining marks) असतील, तो पोलादी तुकडा भट्टीमध्ये टाकण्यासाठी चालू शकेल. ह्याखेरीज पुढील सर्वसाधारण गोष्टींचा अवलंब करावा:*

१. मोटारीच्या इंजिनाचे मोडके, अगर वाया गेलेले तुकडे वीड करण्यासाठी चालू शकतात. कारण त्यात मौलातू, रुपातू, वर्णातू, रंजातू वगैरे द्रव्ये असतात.

---

*The Cupola and Its Operation—American Foundrymen's Society.

२. शेतीच्या अवजारांचे (Farm machinery) मोडके भाग बिडासाठी चालू शकतात.

३. मोटारीची चाके जर त्यामधील कमी असलेल्या सैकजाचे प्रमाण वाढवून घेता येण्याजोगे असेल तर त्यांचाही उपयोग केला जातो.

वरील प्रकारच्या भंगारांखेरीज विशेषकरून त्या त्या कारखान्यातील खराब झालेल्या ओतीव बिडाचाच मोठ्या प्रमाणात उपयोग करून पुन्हा बीड तयार करतात. तसेच कारखान्याच्या यंत्रशाळे (Machine shop) मधील धातूचा कीसदेखील वापरतात.

पुढील प्रकारचे भंगार सहसा वापरले जात नाहीत :

१. कमी रुंदीच्या पाण्याच्या अगर इतर टाक्या;

२. जळालेले, गंजलेले अगर अर्धवट जळलेले धातूचे तुकडे;

३. सफेत बिडाचे तुकडे आणि घडाऊ बिडा (Malleable cast iron) चे तुकडे;

४. नरम पोलाद (Mild steel) किंवा तत्सम कोणत्याही प्रकारचे लोखंड (Iron) जे हातोडीने वाकविता येते;

५. ज्या धातूंना गंज चढत नाही अशा धातूंचे तुकडे; तसेच

६. स्फटधातू, तांबे वगैरे निर्लोह धातू.

भंगाराच्या तुकड्यांचा आकार कपोलाच्या व्यासावर साधारणतः अवलंबून असतो. तथापि सर्वसाधारण नियम असा आहे की, कोणत्याही एका तुकड्याचा आकार कपोलाच्या आतील व्यासाचे एक-तृतीयांशापेक्षा मोठा असता कामा नये. धातूचे फार पातळ तुकडे भट्टीत टाकले जात नाहीत. कारण, भंगाराचा तुकडा जितका जास्त जाड तितका तो तुकडा वितळण्यास जास्त वेळ लागतो. याउलट भंगार जितके जास्त पातळ तितके ते लवकर वितळते. म्हणून धातूचे पातळ तुकडे आणि यंत्रणाचा कीस यांचे तारेने एकत्र बांधून गठ्ठे करून मोठ्या तुकड्यांबरोबर भट्टीत टाकतात. ह्या गठ्ठ्यांचे प्रत्येकी वजन अंदाजे ५० ते ६० किलोग्रामपेक्षा जास्त असू नये.

अलीकडील काळात बिडाच्या यंत्रण किसापासून १०० मि.मी. व्यासाच्या आणि १०० मि.मी. लांबीच्या विटा बनवितात. ह्या विटा दाब यंत्रावर विशिष्ट प्रकारचा रूपदा (Die) वापरून तयार करतात. ह्या प्रत्येक विटेचे वजन अजमासे पाच किलो इतके असते. ह्या हलक्या वजनाच्या विटा आकाराने तसेच मापाने लहान असल्याने हाताळण्यास फार सोप्या असतात, म्हणून त्यांचा वापर केला जातो.

भट्टीमध्ये घातलेल्या भंगारातील काही भाग नेहमी उष्णतेमुळे जळून जातो. ह्या जळणाऱ्या भागाचे प्रमाण पुढील तक्त्यात दिले आहे.* (तक्ता क्रमांक ५ पाहा.)

तक्ता क्रमांक ५

वस्तूचे नाव	घटीची टक्केवारी
कलोह व भंगारातील सैकजा—	
सैकजा ३ टक्के असलेले मिश्रण	७.१२
सैकजा २ टक्के असलेले मिश्रण	७.१२
सैकजा १ टक्का असलेले मिश्रण	७.१२
सैकजा ०.५ टक्का असलेले मिश्रण	७.१२
मोठे लोह सैकजा	१०.१५
कलोह व भंगारामधील लोहक	१०.२५
मोठे लोह-लोहक	१५.२५
वर्णातू	१०.२०
रुपातू	२.५०
तांबे	२.५०
बीड यंत्रण किसाच्या विटांमधील मिश्र धातू ..	५.१०

सूचना : एक अत्यंत महत्त्वाची बाब लक्षात ठेवणे आवश्यक आहे की, भंगार भट्टीत टाकण्यापूर्वी ते योग्य त्या दर्जाचे असणे, वेगवेगळे भंगार निवडणे, व ते सर्व स्वच्छ करून त्याचे व्यवस्थित गठ्ठे करून घेणे. तसेच कपोला चालकाला भंगाराचे वापरामुळे तयार होणाऱ्या धातूच्या रसाची रासायनिक क्रिया समजणे अत्यंत आवश्यक आहे.

पूर्वी सांगितल्याप्रमाणे भंगाराखेरीज आणखी काही द्रव्ये पट्ट व इतर ओतीव वस्तू बनविण्यासाठी वापरतात. विशेषत: कातन यंत्राचे पट्ट बनविण्यासाठी पुढील प्रमाणात द्रव्ये वापरतात :

१. लोह-लोहक (Ferro-manganese) .. ०.५ टक्का

२. लोह-वर्णातू (Ferro-chrome) .. ०.५ टक्का

*The Cupola and Its Operation—American Foundrymen's Society.

३. सकजा (Silicon)		ह्या वस्तू तयार नगाला
४. चूर्णातू सकतीय (Calcium silicate) . .		ज्या प्रमाणात कठीण-
५. लोहजीन (Ferrogin)		पणा पाहिजे असेल त्या-
६. तांबे (Copper)		प्रमाणेच मिसळतात.

ह्या सर्वच द्रव्यांच्या विटादेखील मिळू शकतात. ही द्रव्ये मिसळण्याच्या दोन पद्धती आहेत. एक म्हणजे ज्या कपोलात धातू वितळतात त्याच कपोलामध्ये वरील द्रव्ये घालणे, व दुसरी म्हणजे वरील द्रव्ये ज्या दर्वीत (Laddle) धातूचा रस ओततात त्या दर्वीत घालणे. कपोलात द्रव्ये मिसळण्याचा मुख्य उद्देश धातूचे रासायनिक गुणधर्म बदलणे हा असतो, तसेच धातूचा रस व कपोलात घातलेली द्रव्ये एकमेकांशी एकजीव होतात. दर्वीत मिसळलेल्या द्रव्यांमुळे धातूच्या अंतर्गत संरचनेमध्ये (Internal structure) व भौतिक गुणधर्मांमध्ये (Physical properties) इच्छित बदल करता येतात.

उपरिनिर्दिष्ट द्रव्यांपैकीं चूर्णातू सैकतीय, तांबे खेरीजकरून इतर द्रव्ये पट्टाच्या धातूमध्ये कपोलातच घालतात. तांबे मात्र त्याचा विलय बिंदू १०८०° सेंटिग्रेड इतका असल्याने ते दर्वीमध्ये घालून सहजपणे वितळून जाऊन बिडाच्या तप्त रसाबरोबर एकजीव होतो. लोह-लोहकाच्या पूर्वी सांगितल्याप्रमाणे तयार विटा मिळतात. ह्या विटांचे प्रत्येकी वजन दीड किलो असते. ह्या विटा उत्तम प्रतीच्या "पोर्ट लँड सिमेंट" (Port land cement) वापरून तयार केलेल्या असतात. तसेच लोह वर्णातूच्या-देखील तयार विटा मिळतात व त्यांचा उपयोग कपोलात टाकण्यासाठी केला जातो. तसेच सैकजा व चूर्णातू सैकतीय यांच्यादेखील तयार विटा वापरल्या जातात. तांबे मात्र पूर्वी सांगितल्याप्रमाणे दर्वीमध्येच धातूच्या रसात मिसळले जाते. मात्र हे तांबे अत्यंत शद्ध स्वरूपात असावे लागते.

वरील द्रव्यांखेरीज चूर्ण भ्राजाश्म (Dolomite), चुना (Lime), क्षारातू प्रांगारीय (Sodium carbonate) ह्यांपैकी कोणतेही एक द्रव्य उकळणाऱ्या धातूवर येणारी साय कमी प्रमाणात राहावी (म्हणजेच रसाला जास्त प्रमाणात द्रवता राहावी) म्हणून वापरतात.

आतापर्यंत लिहिलेल्या सर्व द्रव्यांबरोबर कोक (Coke) भट्टीत घालावा लागतो. कपोलामध्ये सर्वांत प्रथम कोक अंथरतात. ह्याचेवर भंगार, कलोह व इतर द्रव्यांचे मिश्रण, त्यावर पुनश्च एक थर कोक अशा प्रकारे कोक व धातू ह्यांचे आलटून पालटून थर लावून कपोला वरपर्यंत रचतात व पेटवतात. ह्यालाच कपोला चालू करणे (Charging the cupola) असे म्हणतात. कोणत्याही कपोलाचे कार्य हे पुढील तीन मुख्य गोष्टींवर अवलंबून असते :

१. कपोलाची बांधणी योग्य त्या भट्टीच्या विटा व उष्णतारोधक माती (Fire clay) ची केलेली असली पाहिजे.

२. कपोलातील ज्वलन (Burning) ज्या हवेमुळे होते तीवर उत्तम नियंत्रण ठेवावे लागते.

३. द्रव धातूवर येणाऱ्या सायीवर नियंत्रण (Slag control) ठेवावे लागते.

ह्या तीन गोष्टींवर सक्त नजर ठेवल्यास कपोला एखाद्या कामधेनूप्रमाणे सतत काम देते. अलीकडील काळात काही ठिकाणी मात्र कपोलाच्या बरोबरीने विजेवर चालणाऱ्या वीजभट्ट्यांचा वापर करतात, तर काही ठिकाणी तेल फवारी भट्ट्या (Oil fired) चालवितात.

वितळलेली धातू दर्वीमध्ये ओतत असताना धातूच्या रसाची धार एका ठराविक उंचीवरूनच दर्वीमध्ये पडली पाहिजे. दर्वीमध्ये धातूचा रस ओतल्यानंतर तो रस साचात ओतण्यापूर्वी त्यावर साचाची माती थोडीशी पसरून टाकतात. त्यामुळे धातूच्या रसावर आलेली साय दर्वीमध्येच वरच्यावर राहाते व सायीचे खालून रसाची धार साचाचे रसद्वारात पडते. ही साय काढू नये कारण सायीमुळे तिच्या खालील रसाचे उष्णतामान स्थिर राहाते. (आकृती क्रमांक १५ पाहा.)

तयार नमुन्याच्या ज्या भागात जास्त प्रमाणात कठीणपणा अपेक्षित असतो, त्या भागात तप्त रस सर्व प्रथम ओतला जाणे व तो लगेच थंड होणे आवश्यक आहे म्हणून कातन यंत्राच्या पट्टाचे ओतकाम करताना पट्टाचा साचा उलट ठेवतात. ह्यामुळे पट्टाच्या पट्टिकेकडील बाजू जमिनीकडे व पायाकडील बाजू वर राहाते. सर्वांत प्रथम तप्त रस पट्टाच्या पट्टिकेकडील भागात पोहोचून तो लगेच थंड होऊ लागतो. ह्यामुळे तो अधिक कडक व कठीण होण्यास जास्त मदत होते (Chilling of metal).

धातू ओतून तयार झालेल्या नगाला साचामधून बाहेर काढल्यानंतर त्यावर सर्वत्र भट्टीची वाळू वगैरे चिकटलेली असते, तसेच ओतीव नगाच्या बाह्य-पृष्ठभागाचा वरचा थर इतका कडक असतो की, त्यावर कर्तन हत्याराने (Cutting tool) काम करणे फार त्रासाचे होते. म्हणून ह्या ओतीव नगाची स्वच्छता करतात. हे काम करण्यासाठी पुढील तीनपैकी कोणतीही एक क्रिया अवलंबिली जाते.

१. एका मोठ्या उभ्या यंत्रावर ओतीव नग लावून त्याचे बाह्य पृष्ठभागावर दाबयुक्त हवेचे सहाय्याने तीन-चार मि. मी. व्यासाच्या पोलादी गोळ्या (Shots) मारतात. त्यामुळे ओतीव नगाची माती व त्याखालील अत्यंत कठीण असा कर्बयुक्त (Carburized) पापुद्रा निघून जातो. ह्या क्रियेस "गोळी स्रोत" (Shot blasting) असे म्हणतात.

२. एका आडव्या यंत्रामध्ये एका गोल दंडावर मोठमोठे पंख असतात. ह्या यंत्रामध्ये ओतीव नग ठेवून यंत्राचा गोलदंड त्याचे बाहेर बसविलेल्या चलित्राने स्वतःचे आसाभोवती फिरविला जातो त्यामुळे आतील ओतीव नग एकमेकांवर आपटून त्यांवरील वाळू वगैरे कचरा निघून जातो. ह्या क्रियेला आघात क्रिया (Fettling) असे म्हणतात.

३. एका भिंतीला एक चौकट (Frame) अशा रीतीने जखडतात की त्या चौकटीची लांबी भिंतीशी काटकोनात राहील. चौकटीच्या दुसऱ्या टोकाशी एक मोठी सहाण फिरती ठेवलेली असते. ह्या दुसऱ्या टोकाला जखडलेल्या सहाणेला अरीय चलनाची व्यवस्था केलेली असते. अशा ह्या " दोलनात्मक चौकट शाणन यंत्रामध्ये " (Swing frame grinding machine) ओतीव नग ठेवून त्याचा बाह्य पृष्ठभाग स्वच्छ करतात.

ह्या क्रियेनंतर ओतीव नग यंत्रण करण्यासाठी यंत्रण खात्या (Machine shop) मध्ये रवाना करण्यापूर्वी त्यांच्या ज्या पृष्ठभागांवर यंत्रण करावयाचे नसते त्यांवर लाल रंग (Red oxide paint) लावून मग यंत्रण खात्यात पाठवितात.

—•—

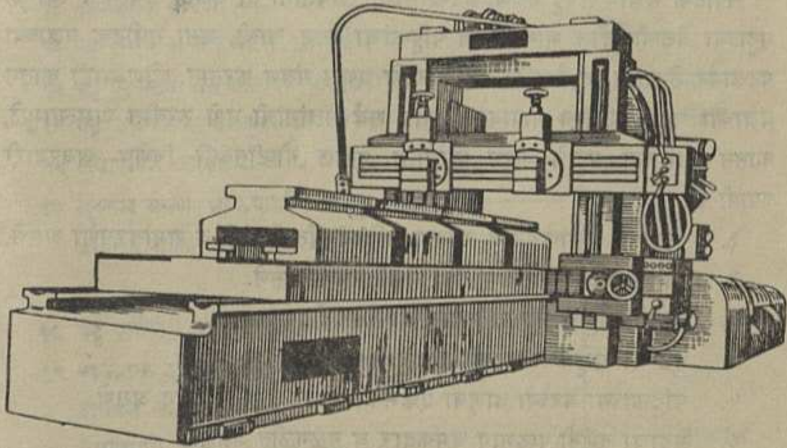
प्रकरण ६

विविध यंत्रण क्रिया

कातन यंत्राच्या यंत्रण केल्या जाणाऱ्या एकूण यंत्रांगांपैकी पुढील प्रमुख यंत्रांगांचा यंत्रण क्रिया करण्यासाठी विशेष विचार करावा लागतो:

१.	पट्ट	६.	शेपटाचा आधार
२.	खोगीर व सर्वंकष सरकपट्टिका	७.	चालदंड
३.	गतिनियंत्रक	८.	अग्रीम सूत्रक
४.	चालनियंत्रक	९.	सर्व प्रकारची दंतचक्रे
५.	उप चालनियंत्रक	१०.	इतर सुटे भाग

आकृती क्रमांक १६



सपीटक यंत्रावर पट्टाच्या यंत्रणाचे दृश्य

पट्ट यंत्रण क्रिया.—मागील प्रकरणात सांगितल्याप्रमाणे कातन यंत्राचा पट्ट ओतून झाला म्हणजे त्यावर पुढीलप्रमाणे क्रिया केल्या जातात :

१. **पूर्वप्राथमिक यंत्रण.**—हे यंत्रण काम शेजारील आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे सपीटक यंत्रा (Planer machine) वर करतात. (आकृती क्रमांक १६ पाहा.)

२. **पट्टाचे प्राभितापन**.—हे पूर्वी प्रकरण क्रमांक तीनमध्ये सांगितल्याप्रमाणे कृत्रिम प्राभितापनाचे पद्धतीने करतात.

३. **प्राथमिक यंत्रण**.—हे कृत्रिम प्राभितापन केल्यावर सपीटक यंत्रावर करतात.

४. **पट्टाचे अतितापन**.—हे पूर्वी प्रकरण क्रमांक तीनमध्ये सांगितल्याप्रमाणे प्ररोचन अतितापनाचा अवलंब करून करतात.

५. **पट्टाचे शाणन**.—हे काम करण्यासाठी सपीटक शाणन यंत्राचा (Plano grinder) उपयोग करतात.

पूर्वप्राथमिक यंत्रण केल्यानंतर पट्टाच्या बाजूंना ज्या ठिकाणी काही विवक्षित सुटे भाग बसवावयाचे असतील त्या ठिकाणी पट्टाच्या त्या भागाचे कोठे यंत्रण करून व कोठे भोके पाडून त्यात आटे पाडावयाचे असल्यास तेही काम ह्या वेळीच करून घेतात. जर हे दुय्यम यंत्रणाचे काम ह्या वेळेस केले नाही तर नंतर करावयाच्या कृत्रिम प्राभितापनानंतर ते काम करता येत नाही. वरीलपैकी प्रत्येक यंत्रण क्रियेनंतर पट्टाची तपासणी करतात. ही संपूर्ण यंत्रणाची व तपासणीची क्रिया पुढील तक्त्यांवरून चटकन ध्यानात येईल. (तक्ता क्रमांक ६ व ७ पाहा.)

सपीटक यंत्रावर पट्ट यंत्रण करण्यासाठी लावताना तो उलटा ठेवतात. त्यामुळे पट्टाच्या बैठकीकडील भाग वर व पट्टिकांचा भाग खाली, असा सपीटक यंत्राच्या पटलावर ठेवतात, व बैठकीकडील भागाचे प्रथम यंत्रण करतात. कोणत्याही कातन यंत्राच्या पट्टाचे उंचीचे मापावरून इतर सर्व यंत्रांगांची मापे ठरवीत असल्यामुळे, कातन यंत्राच्या पट्टाचे यंत्रण करताना पुढील गोष्टींसंबंधी विशेष खबरदारी घ्यावी लागते:

१. पट्टाच्या पायापासून ते त्याच्या पट्टिकांपर्यंतची उंची व समांतरपणा असणे.

२. दोन्ही पट्टिकांचा एकमेकींशी समांतरपणा असणे.

३. दोन्ही पट्टिकांचा पट्टीचे पायाशी काटकोन असणे.

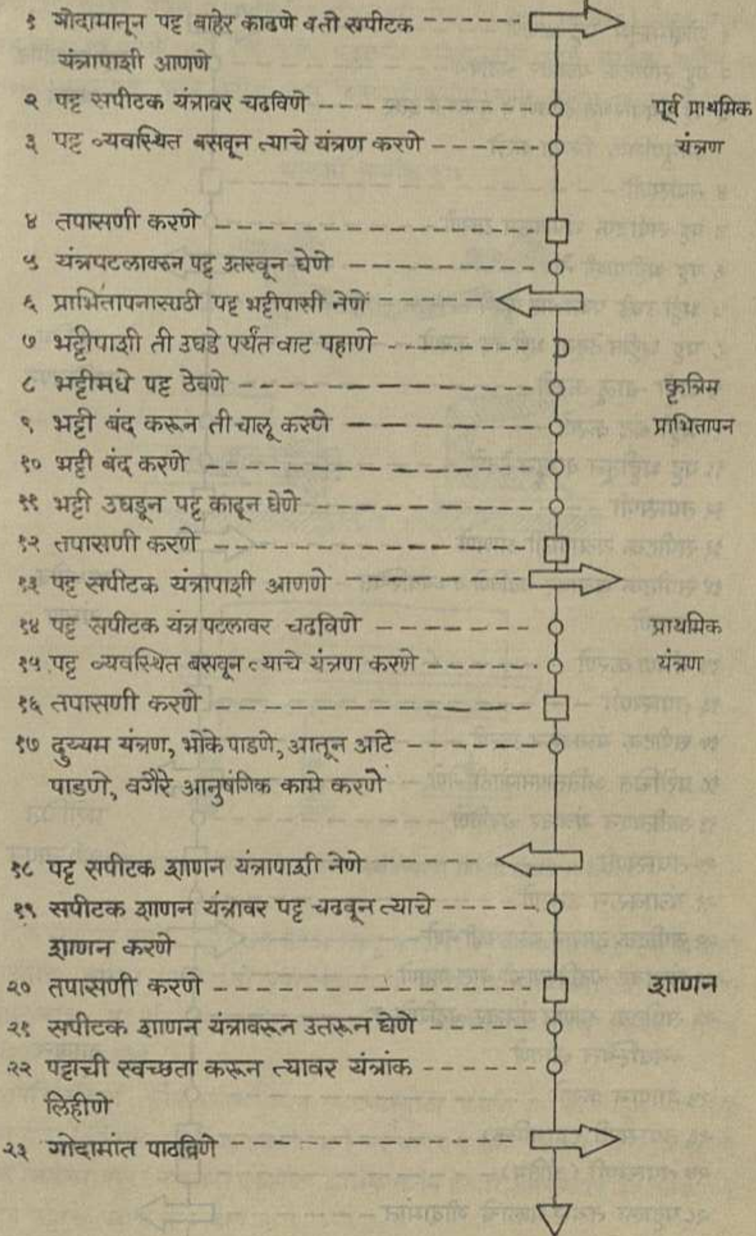
४. पुढच्या पट्टिकेला बहिर्गोलाकार (Convexity) असणे.

५. पट्टिकांच्या वरच्या बाजूचा एकमेकींबरोबर ठराविक कोन असणे.

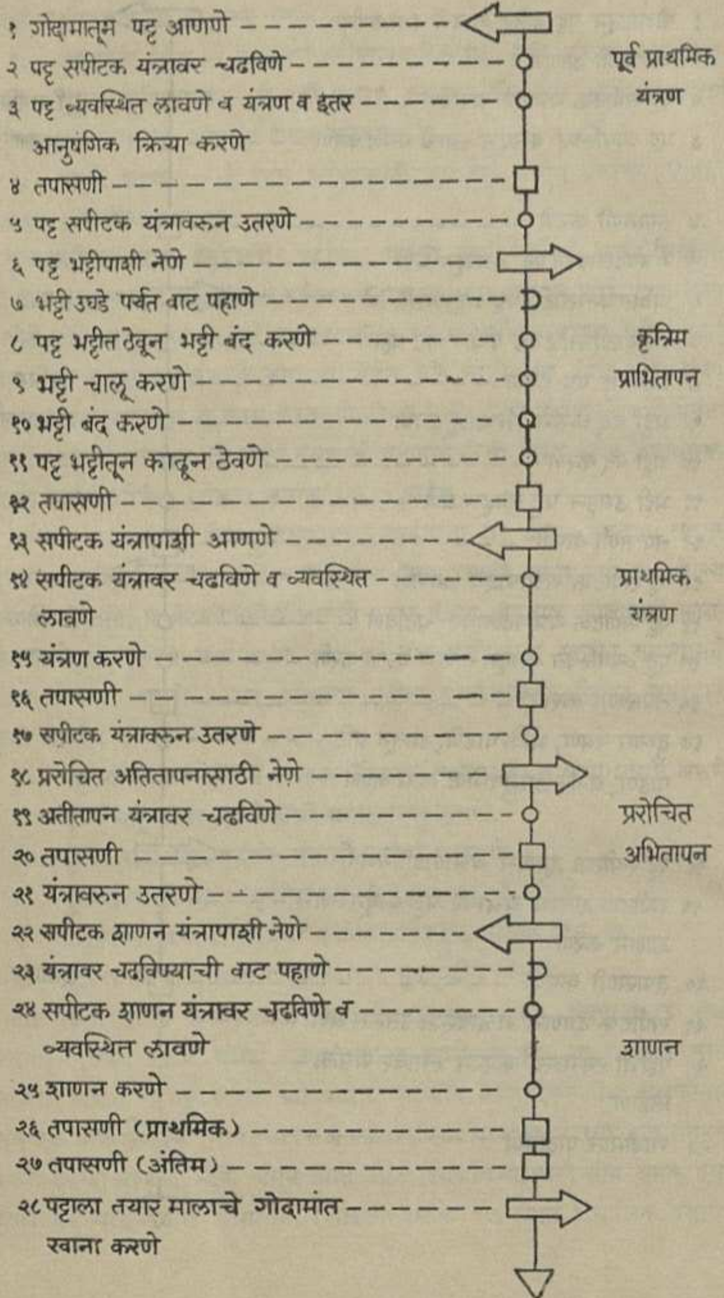
६. पट्टाचा दर्शनी पृष्ठभाग चमकदार व गुळगुळीत असणे.

ह्या गोष्टी साध्य करण्यासाठी ज्यावेळी पट्टाची सपीटक यंत्रपटलावर बांधी करतात, त्यावेळी पट्टाचे यंत्रण एकाच मापात व्हावे म्हणून पट्ट आवळण्यासाठी अडाणा (Fixture) वापरतात. ह्या अडाण्याच्या दोन बाजू एकमेकींशी काटकोनात असून एक बाजू सपीटक यंत्रपटलावर आवळतात. ह्या बाजूचा आतला भाग उतरता असतो. दुसऱ्या बाजूला भोके असून त्यात बोल्ट अडकविण्यासाठी सोय असते. एका पट्टाला असे चार अडाणे लागतात. (आकृती क्रमांक १७ पाहा.) सपीटक यंत्रावर

तक्ता क्र. ६

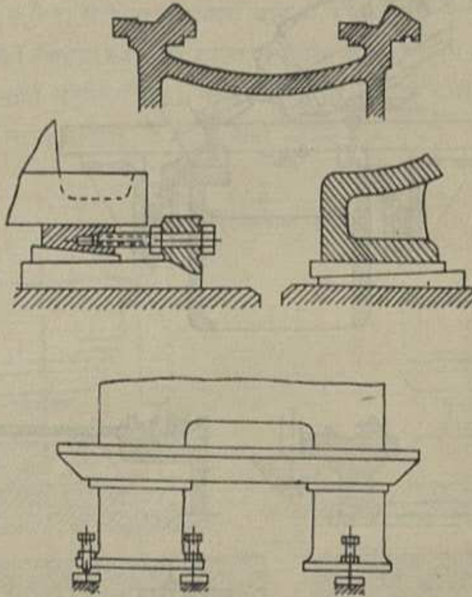

१ गोदामातून पट्ट बाहेर काढणे व तो सपीटक यंत्रापाशी आणणे
२ पट्ट सपीटक यंत्रावर चढविणे
३ पट्ट व्यवस्थित बसवून त्याचे यंत्रण करणे
पूर्व प्राथमिक यंत्रण
४ तपासणी करणे
५ यंत्रपटलावरून पट्ट उतरवून घेणे
६ प्राभितापनासाठी पट्ट भट्टीपाशी नेणे
७ भट्टीपाशी ती उघडे पर्यंत वाट पहाणे
८ भट्टीमधे पट्ट ठेवणे
९ भट्टी बंद करून ती चालू करणे
१० भट्टी बंद करणे
११ भट्टी उघडून पट्ट काढून घेणे
कृत्रिम प्राभितापन
१२ तपासणी करणे
१३ पट्ट सपीटक यंत्रापाशी आणणे
१४ पट्ट सपीटक यंत्र पटलावर चढविणे
१५ पट्ट व्यवस्थित बसवून त्याचे यंत्रण करणे
प्राथमिक यंत्रण
१६ तपासणी करणे
१७ दुय्यम यंत्रण, भोके पाडणे, आतून आटे पाडणे, वगैरे आनुषंगिक कामे करणे
१८ पट्ट सपीटक शाणन यंत्रापाशी नेणे
१९ सपीटक शाणन यंत्रावर पट्ट चढवून त्याचे शाणन करणे
२० तपासणी करणे
शाणन
२१ सपीटक शाणन यंत्रावरून उतरून घेणे
२२ पट्टाची स्वच्छता करून त्यावर यंत्रांक लिहीणे
२३ गोदामांत पाठविणे

तक्ता क्र.७


१ गोदामातून पट्ट आणणे
२ पट्ट सपीटक यंत्रावर चढविणे
३ पट्ट व्यवस्थित लावणे व यंत्रण व इतर आनुषंगिक क्रिया करणे
४ तपासणी
५ पट्ट सपीटक यंत्रावरुन उतरणे
६ पट्ट भट्टीपाशी नेणे
७ भट्टी उघडे पर्यंत वाट पहाणे
८ पट्ट भट्टीत ठेवून भट्टी बंद करणे
९ भट्टी चालू करणे
१० भट्टी बंद करणे
११ पट्ट भट्टीतून काढून ठेवणे
१२ तपासणी
१३ सपीटक यंत्रापाशी आणणे
१४ सपीटक यंत्रावर चढविणे व व्यवस्थित लावणे
१५ यंत्रण करणे
१६ तपासणी
१७ सपीटक यंत्रावरुन उतरणे
१८ प्ररोचित अतितापनासाठी नेणे
१९ अतीतापन यंत्रावर चढविणे
२० तपासणी
२१ यंत्रावरुन उतरणे
२२ सपीटक शाणन यंत्रापाशी नेणे
२३ यंत्रावर चढविण्याची वाट पहाणे
२४ सपीटक शाणन यंत्रावर चढविणे व व्यवस्थित लावणे
२५ शाणन करणे
२६ तपासणी (प्राथमिक)
२७ तपासणी (अंतिम)
२८ पट्टाला तयार मालाचे गोदामांत रवाना करणे
पूर्व प्राथमिक यंत्रण
कृत्रिम प्राभितापन
प्राथमिक यंत्रण
प्ररोचित अभितापन
शाणन

एकाच वेळी प्रत्येकी १ मीटर लांबीचे ४ अगर ६ पट्ट लावून त्यांचे यंत्रण एकदमच करतात. पट्टांचे यंत्रण करण्यापूर्वी पट्टांवर पाणसळ (Level bottle) ठेवून पट्टांचे समतलन (Levelling) केले जाते. पट्टाच्या पट्टिकेकडील भाग अत्यंत कठीण व कडक असल्याने त्याचे वरील धातू शक्यतो कमीत कमी काढून यंत्रण करतात.

आकृती क्रमांक १७



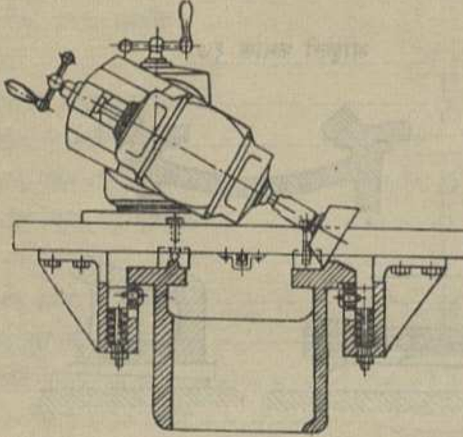
सपीटक यंत्रावर यंत्रणासाठी पट्टाला जखडण्याची विविध साधने व अडाणे

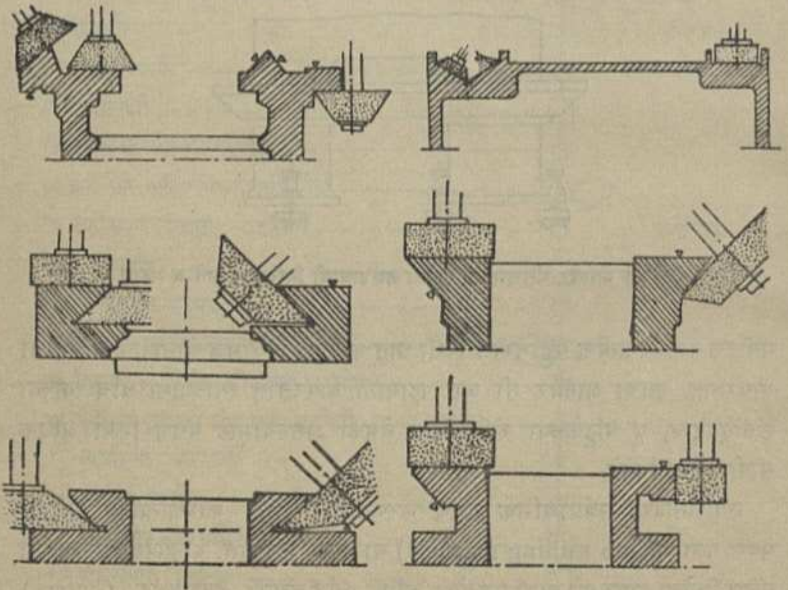
सपीटक यंत्रावर प्रत्येक पट्टावरील किती धातू काढावी ते समजण्यासाठी एक अडाणा वापरतात. ह्याचा आकार तो ज्या पट्टासाठी वापरतात त्याच्यासारखाच त्याच्या उंचीएवढाच, व पट्टिकेच्या रुंदीएवढाच नेमका असल्यामुळे यंत्रण क्रिया अधिक सोपी व जलद होते.

उपरिनिर्दिष्ट पूर्वप्राथमिक यंत्रण करण्यासाठी काही कारखान्यांतून सपीटक पेषण यंत्र (Plano milling machine) चा वापर करतात. दोन्हीपैकी कोणत्याही यंत्रण क्रियेचा वापर करताना एकापेक्षा अधिक कर्तन हत्यारे अगर कर्तक (Cutters) लावून पट्टांचे यंत्रण केले जाते.

पट्टाचे शाणन करण्याचे कार्य सपीटक शाणन यंत्रावर शुंडाकारी सहाण उभ्या तर्कूवर लावून त्या सहाणेच्या पृष्ठभागाचे सहाय्याने करतात. उभ्या तर्कूवर सहाण

आकृती क्रमांक १८

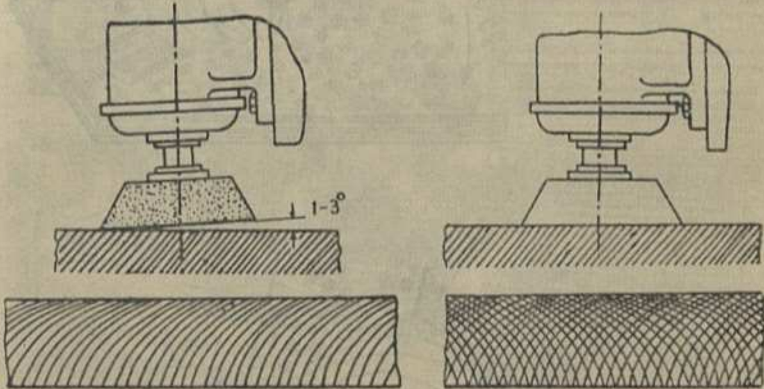




पट्टाच्या नेमक्या जागेवर शाणन क्रिया चालू असलेली दिसत आहे

लावून शाणन केल्यामुळे पट्टिकांचा पृष्ठभाग जास्त चौकस होतो, तसेच पृष्ठभागावर शाणन क्रियेच्या ज्या त्रिज्यात्मक खुणा उठतात त्यांमध्ये कातन यंत्राचा वापर करताना लावल्या जाणाऱ्या स्नेहला (Oil) चा अंश शिल्लक राहून पट्टाचे सतत स्नेहलन (Oiling) होण्याला मदत होते. उभ्या तर्कूवर सहाण अशा रीतीने लावतात की, सहाणेचा उभा मध्य पट्टाच्या क्षितिज समांतर रेषेशी काटकोनात राहील. (आकृती क्रमांक १८ पाहा.) अशा प्रकारे सहाण लावल्याने शाणन क्रिया उत्तम होते. तथापि सहाणेचा उभा मध्य पट्टाच्या क्षितिज समांतर रेषेशी काटकोनात असल्याने फिरती सहाण व शाणन केला जाणारा पृष्ठभाग यामध्ये अडकणारी सहाणेची पूड चटकन निघून जात नाही. शिवाय सहाणेची जास्त प्रमाणात झीज होते. ही सहाणेची होणारी झीज टाळण्यासाठी सहाणेचा उभा मध्य व पट्टाची क्षितिज समांतर रेषा यांमध्ये ९०° चा कोन न ठेवता तो १° ते ३° ने कमी म्हणजे ८७° ते ८९° इतकाच ठेवतात.

आकृती क्रमांक १९



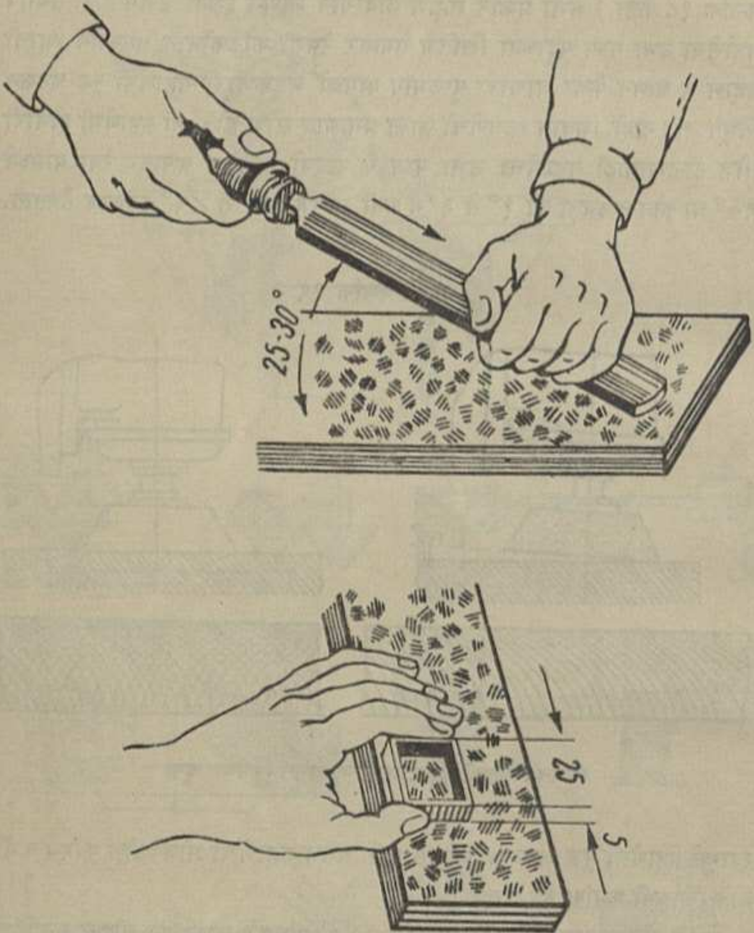
शाणन क्रियेमुळे पट्टावर उठणाऱ्या शाणन क्रियेच्या खुणा

त्यामुळे सहाणेची पूड अडकून राहात नाही. तसेच सहाणेची झीजदेखील फारच कमी होते. (आकृती क्रमांक १९ पाहा.)

पट्टाचे शाणन करण्याऐवजी अपघर्षण (Scraping) करून पट्ट चौकस बनविता येतात. तथापि, अपघर्षण क्रिया ही अत्यंत सावकाश होणारी, करण्यास अत्यंत कठीण अशी असल्याने पट्टाला अलीकडील काळात अपघर्षिले जात नाही. मात्र शाणन क्रियेने तयार केलेल्या सपाट पृष्ठभागाच्या अचूकतेपेक्षा अपघर्षण करून

केलेल्या सपाट पृष्ठभागाची अचूकता जास्त असते. तसेच अपघर्षिलेल्या पृष्ठभागाची मजबुती (Rigidity) शाणित (Ground) पृष्ठभागापेक्षा जास्त असते, व स्नेहल धारणा (Lubrication holding) जास्त असते.

आकृती क्रमांक २०

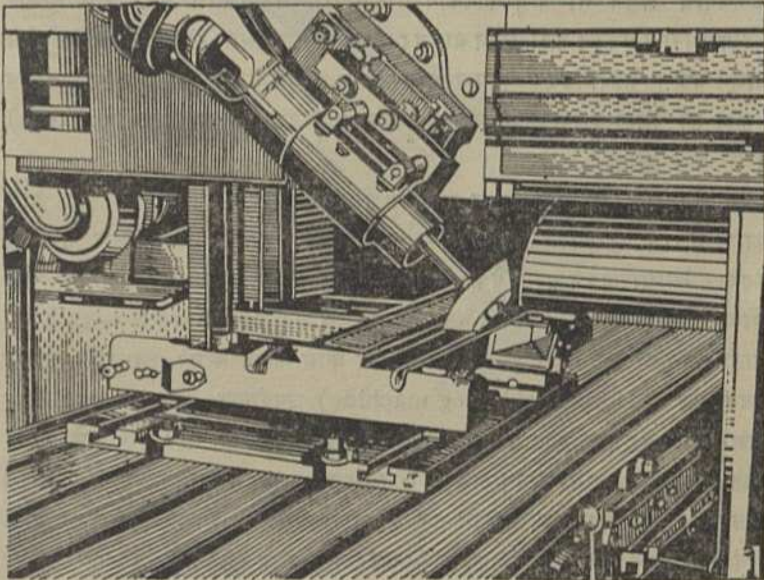


खोगीर (Saddle) व त्यावरील ध्रुवीय सरकपट्टिका (Cross slide) हे दोन्ही भाग एकमेकांत अडकतात. त्यामुळे ह्या दोन्ही भागांचे पूर्वप्राथमिक व प्राथमिक यंत्रण सपीटक यंत्रावर केल्यानंतर त्यांचे एकमेकांवर सरकणाऱ्या पृष्ठभागांना (Sliding

surfaces) अपर्षिले जाते तसेच खोगिराचा तळ पट्टावर सरकत असल्याने त्यालाही अपर्षिले जाते. खोगीर व ध्रुवीय सरकपट्टांचे यंत्रण करावयाचे नग संख्येने पुष्कळच असतील तर सपीटक यंत्रावर त्यांचे यंत्रण करतात. अन्यथा उभ्या पेषण यंत्रावर कर्तक लावून पेषण करतात. पेषण यंत्रावर खोगीर व ध्रुवीय सरकपट्टिका आवळण्यासाठी अडाणा (Fixture) वापरतात.

खोगिराचे यंत्रण, त्याचा तळचा भाग प्रथम सपीटक यंत्रावर यंत्रण करून नंतर खोगिरास कातन यंत्राचे पट्टावर ठेवून त्याच्या तळाचे यंत्राच्या पट्टाशी भारण (Bearing) घेतले जाते. हे भारण घेण्यासाठी कातन यंत्राच्या पट्टाला नीळ लावून त्यावर खोगीर ठेवतात. नंतर खोगिरास कातन यंत्राच्या एका टोकापासून दुसऱ्या टोकापर्यंत सरकवितात. ही क्रिया चार-सहा वेळा करून नंतर खोगिरास वरच्यावर

आकृती क्रमांक २१



खोगिराची शाणन क्रिया

उचलून घेऊन उलट करून पट्टाचे शेजारी एका कार्यपटलावर ठेवतात. ज्या ठिकाणी पट्टावरील निळेच्या खुणा उठल्या असतील त्या भागावर अपघर्षकाचे सहाय्याने घासून पुन्हा वरीलप्रमाणे भारण घेतले जाते. (आकृती क्रमांक २० पाहा.) अशा प्रकारे

खोगिराची कातन यंत्राच्या पट्टावर चौकस बैठक होईपर्यंत ही क्रिया पुनःपुनः केली जाते. खोगिराच्या वरच्या भागाचे यंत्रण करण्यासाठी पट्टाच्याच दृश्यमान आकाराचा (Profile) अडाणा उभ्या पेषण यंत्रावर लावून त्यावर खोगीर आवळून वरच्या भागाचे यंत्रण करतात. हे यंत्रण करण्यासाठी निमुळत्या कर्तकाचा उपयोग केला जातो. ह्या भागाचे सदरहूप्रमाणे यंत्रण केल्यानंतर त्याचे अखेरचे यंत्रण करण्यासाठी शाणन क्रियेचा अवलंब केला जातो. (आकृती क्रमांक २१ पाहा.)

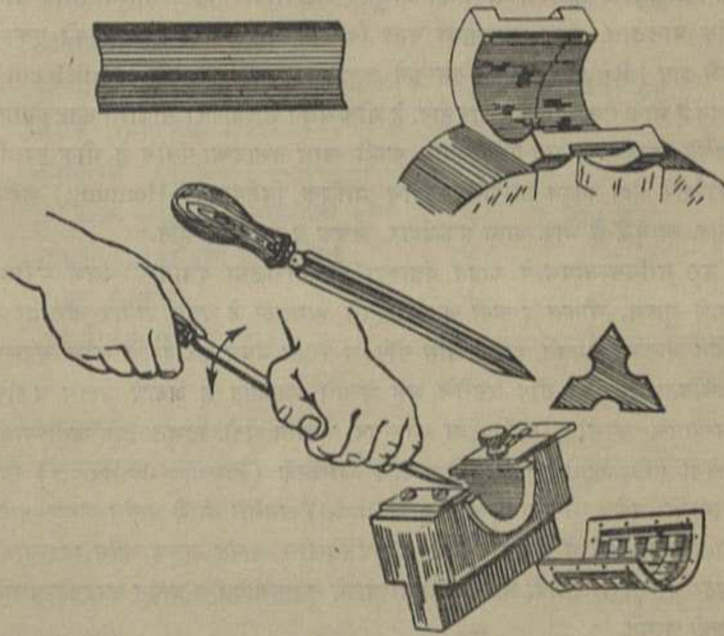
खोगीर, ध्रुवीय सरकपट्टिका व संयुक्त सरकपट्टिका (Compound slide) यांचे यंत्रण करण्याची क्रिया व त्यांचा अनुक्रम वरीलप्रमाणेच असतो.

हत्यार धारकाधारा (Tool post)चे यंत्रण करण्याची क्रिया त्या हत्यार धारकाधारांत मधोमध भोक पाडून करतात. मधले भोक पाडून झाल्यानंतर एका मोठ्या काटकोन पाट्या (Angle plate)वर चार-सहा हत्यार धारकाधार आवळतात. हे आवळताना अशा रीतीने आवळतात की, त्यांच्या ज्या बाजूवर यंत्रण करावयाचे असते ती बाजू काटकोन पाट्यापेक्षा वर राहील. नंतर सर्व हत्यार धारकाधारांचे एकाच वेळी समान बाजूवर यंत्रण करतात. अशा रीतीने त्यांचे बाहेरील बाजूने यंत्रण केल्यानंतर हा हत्यार धारकाधार कातन यंत्रावर जसा बसतो तसाच नेमका तो पेषण यंत्रपटलावर बसवून त्याच्या गाळ्यात (ज्यात हत्यार धरतात) यंत्रण केले जाते.

गतिनियंत्रक, चालनियंत्रक व उप चालनियंत्रक यांचे यंत्रण त्यांच्या ज्या बाजू कातन यंत्राचे पट्टाला खेटून बसणाऱ्या असतात त्या बाजूंवर प्रथम केले जाते. हे यंत्रण सर्वसाधारणपणे उभ्या पेषण यंत्रावर करतात. गतिनियंत्रकाला असलेली मुख्य भोके (Main bores)—ज्यात नंतर कातन यंत्र तर्कू बसणारा असतो—बनविण्यासाठी वेधन यंत्रा (Boring machine) वर काम करावे लागते. त्यासाठी क्षैतिज वेधन यंत्र (Horizontal boring machine) उपयोगात आणतात. ह्या वेधन यंत्राचे गोल यंत्रपटल स्वतःचे आसाभोवती फिरविता येण्याची सोय असल्याने त्यावर कातन यंत्राच्या पट्टाचा दृश्यमान आकार असलेला अडाणा लावून त्यावर गतिनियंत्रक बांधतात. प्रथम ज्या मुख्य भोकांत तर्कू बसणारा असेल ती भोके (जी सदरहू गतिनियंत्रक ओतला जातो तेव्हा लहान आकारात ओतीव स्वरूपातच तयार झालेली असतात) अवश्य तेवढ्या प्रमाणात मोठी करतात. तसेच त्या भोकाशी काटकोनात असलेल्या मुखपृष्ठाचे यंत्रण केले जाते. ह्याखेरीज इतरही सर्व लहानमोठी भोके व्यधा (Drill)ने बनवून ती वेधन हत्यारा (Boring tool)ने सफाईदार व चौकस करतात. ह्या भोकांत बसणाऱ्या स्थिर भारूंचे भारण शेजारील आकृती क्रमांक २२ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे करतात.

चालनियंत्रक व उप चालनियंत्रकांचे बाह्य यंत्रण वर सांगितल्याप्रमाणे पेषण यंत्रावर करून नंतर त्यांना त्यांच्यासाठी बनविलेल्या खास अडाण्यामध्ये घालून त्यांची भोके पाडण्याचे काम अरीय व्यधन यंत्रा (Radial drill machine) वर करतात त्यामुळे दोन्ही नियंत्रकांची भोके अचूक व चौकस तयार होऊन काम फारच जलद व थोडया खर्चात होते.

आकृती क्रमांक २२



शेपटाचा आधार (Tail stock) दोन भागांचा बनलेला असल्याने त्याचे यंत्रण करण्यासाठी प्रथम बैठक (Base) व नंतर धड (Body) ह्या क्रमांत यंत्रण करतात. बैठकीला सपीटक यंत्रावर उलट ठेवून तिच्या तळाच्या भागाला कातन यंत्राच्या पट्टिकांचा दृश्यमानाकार दिला जातो. हे तळाचे यंत्रण झाल्यानंतर त्या यंत्रण केलेल्या भागाचे पूर्वी सांगितल्याप्रमाणे पट्टावर नीळ लावून अपघर्षकाचे सहाय्याने भारण घेतले जाते. नंतर ही तळाकडून यंत्रण झालेली बैठक उभ्या पेषण यंत्रावर लावून त्याच्या वरच्या भागाचे यंत्रण केले जाते. ह्या वरच्या भागांवर धडाचा तळ बसत असल्याने धड प्रथम उलट ठेवून त्याचा पृष्ठभाग यंत्रून घेतात व बैठकीच्या वरच्या भागाला नीळ लावून भारण करून घेतात. अशा रीतीने धडाच्या तळाचा पृष्ठभाग

पट्टाशी समांतर तयार होतो. धडाच्या आंतरभागाचे यंत्रण वेधन यंत्रावर केले जाते. ह्या वेधन यंत्राचे पटलावर एक अडाणा लावतात. ह्या अडाण्याचा दृश्यमान आकार कातन यंत्राच्या पट्टाप्रमाणे असून त्याच्या बैठकीची अडाण्याच्या बाजूंना असलेल्या भोकांपासूनची उंची कातन यंत्राच्या मध्यरेषेच्या उंची इतकी असते. ह्या अडाण्यावर शेपटाच्या आधाराचे धड ठेवतात (शेपटाच्या आधाराचे आतील भोक जेथे नंतर तर्कू बसावयाचा असतो—पूर्वी ओतकाम करतानाच तयार करून घेतलेले असते). नंतर एक छिद्रक दंड अडाण्याच्या दोन्ही बाजूंना असणाऱ्या भोकांत घालून त्यांत दोन कर्तक घालतात. नंतर अडाण्याला चाल दिल्याने दोन कर्तनी हत्यारांपैकी एकाने मोठी काप (Rough cut) व दुसऱ्याने लहान व सफाईदार काप (Finish cut) निघून हे भोक एकाच वेळी तयार होते. हे भोक यंत्रून झाल्यानंतर भोकाशी काटकोनात असलेले दोन्ही पृष्ठभाग यंत्रून घेतात. काही खास प्रकारच्या यंत्रांचे हे भोक त्याची सफाईदार काप काढून झाल्यानंतर त्याचे यांत्रिक विशेषाणन (Honning) करून घेतात. त्यामुळे हे भोक जास्त सफाईदार, अचूक व गुळगुळीत होते.

वर सांगितल्याप्रमाणे कातन यंत्राच्या निरनिराळ्या यंत्रांगांचे यंत्रण वरील-प्रमाणे सुलभ, चौकस व कमी खर्चात व्हावे ह्यासाठी जे अडाणे तयार करतात ते अत्यंत चौकस, मजबूत, हाताळण्यास सोपे व त्यात यंत्रण करावयाचे काम चटकन अडकविता येण्याची सोय असलेले असे असावे लागतात. हे अडाणे उत्तम दर्जाचे असल्यासच कामाचा दर्जा उच्च स्तरावर राखता येतो. म्हणून ह्या अडाण्यांची आखणी (Designing) करणारे अडाणे आखनक (Fixture designers) त्या विषयाची विशेष योग्यता प्राप्त (Specialized) असलेले असणे अत्यंत जरूर आहे. ज्या यंत्रावर अडाणे तयार करतात ती यंत्रेदेखील अत्यंत अचूक काम करण्याची क्षमता असणारी असावी लागतात. अडाण्याची तपासणीदेखील अत्यंत काटकोरपणाने करावी लागते.

कातन यंत्राचे चालदंड व अग्रीम सूत्रक यांचे यंत्रण कातन यंत्रावरच केले जाते. अग्रीम सूत्रकाचे यंत्रण करताना तो वाकणार नाही ह्याची दक्षता घ्यावी लागते. तसेच अग्रीम सूत्रकाच्या अंतराळाची अचूकता (Pitch accuracy of lead screw) कायम राहावी ह्यासाठी अग्रीम सूत्रकाच्या आट्यांचे यंत्रण करण्यासाठी जी कर्तन हत्यारे वापरतात त्यांचा दृश्यमानाकार बरोबर ३०° असावा लागतो. ही आटे कापणारी कर्तन हत्यारे दृश्यमानाकार शाणन यंत्रावर (Profile grinding machine) घासून घेतली जातात. ह्याखेरीज सदरहू चालदंड व अग्रीम सूत्रक ज्या यंत्रावर बनविले जातात ती यंत्रे २०° सेंटिग्रेड हवामान राखलेल्या खोलीत बसवितात.

कातन यंत्रासाठी लागणारी बहुतेक सर्व दंतचक्रे पूर्वी प्रकरण क्रमांक २ मध्ये सांगितल्याप्रमाणे वर्णरुपातू पोलादाची असल्यामुळे ती तयार करण्याची पद्धत व उत्पादन क्रिया पुढील तक्ता क्रमांक ८मध्ये दाखविली आहे. त्यावरून चटकन समजून येईल.

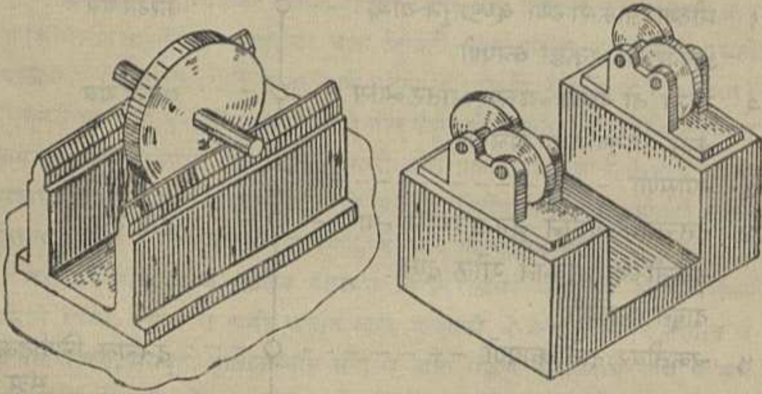
तक्ता क्र. ८

१ मोठ्या आकाराच्या दण्डातून योग्य आकाराचा तुकडा कापणे	○	करवत यंत्र
२ योग्य तो बाह्य व्यास, आंतर व्यास वगैरे आनुषंगिक यंत्रण	○	वर्तनी यंत्र
३ तपासणी	□	
४ दंतचक्र ज्यातून बनवावयाचे त्या चकतीच्या भोकांत गोल दण्ड दाबून बसविणे	○	दाब यंत्र
५ चकतीवर दाते कापणे	○	दंतचक्र चिपीटक यंत्र
६ तपासणी	□	
७ दंतचक्राचे भोक अचूक व सफाईदार करणे तसेच चावी गाळा तयार करणे	○	भुसार यंत्र
८ तपासणी	□	
९ दात्यांचे प्ररोचन अतितापन	○	प्ररोचन अतितापन भट्टी
१० तपासणी	□	
११ दंतचक्र दात्यांचे शाणन व विशेषाणन	○	दंत चक्र शाणन यंत्र
१२ तपासणी	□	
गोदामात रवानगी	▽	

कातन यंत्राच्या कप्पीचे यंत्रण व बंधकाचे यंत्रण कातन यंत्रावरच करतात. ह्या दोन वस्तूंच्या बनावटीमध्ये फक्त त्यांचे समतोलन (Balancing) साधणे हेच महत्त्वाचे काम असते. हे काम पुढीलप्रमाणे केले जाते.

एका कप्पीचे भोकात एक गोल दंड कमी दाबाने दाबून तो दंड त्या कप्पीसह आकृती क्रमांक २३ मध्ये दाखविलेल्या समतोल उपायोजावर (Balancing attachment) ठेवून देतात. नंतर त्याचे शेजारी आखणी स्तंभ (Marking block) ठेवून समतोल उपायोजावर ठेवलेल्या गोलदंडाला गती दिली जाते.

आकृती क्रमांक २३



समतोल उपायोज

साहजिकच ज्या बिंदूपाशी कप्पीचे वजन जास्त असते तो बिंदू ज्यावेळी कप्पीची गती बंद पडेल तेव्हा सतत जमिनीकडे येऊन थांबतो. ह्या बिंदूच्या विरुद्ध बाजूला कप्पीच्या व्यासावर चिकणमाती अगर लांबी लावतात. ही लांबी लावून समोरासमोरच्या दोन्ही बिंदूंचे वजन समान करण्यात येते. नंतर ही चिकटवून ठेवलेली लांबी काढून तिचे, सोनार वापरतात तसल्या वजनाचे काट्यावर वजन केले जाते. ह्या लांबीच्या वजनाइतका धातूचा तुकडा घेऊन त्याचा काही भाग कमी करून (अंदाजे झाळकामाला जेवढी धातू लागते तेवढा) हा तुकडा कप्पीला आतून चिकटवितात.

टीप: येणेप्रमाणे जर कप्पी व बंधकाचे समतोलन न केले तर त्यामुळे असमतोल निर्माण होऊन त्याचा कातन यंत्राच्या गतिनियंत्रक यंत्रणेत बसविलेल्या भारुंवर अत्यंत अनिष्ट परिणाम होतो.

प्रकरण ७

कातन यंत्राची जुळणी

कातन यंत्राची जुळणी मुख्य दोन भागांत विभागलेली असते. एका भागात यंत्राची सर्व उपांगे स्वतंत्रपणे जोडतात. ह्या विभागाला कातन यंत्राची प्राथमिक जुळणी (Sub-assembly) असे म्हणतात. दुसऱ्या विभागात आधी जुळवून तयार असलेली यंत्राची विविध उपांगे पट्टास जोडतात. अशा रीतीने संपूर्ण यंत्र तयार करतात. ह्या दुसऱ्या विभागाला यंत्राची अखेरची जुळणी (Final assembly) असे म्हणतात.

प्राथमिक जुळणीमध्ये पुढील उपांगे जोडली जातात:

१. गतिनियंत्रिका.
२. शेपटाचा आधार.
३. ध्रुवीय सरकपट्टिका व सर्वंकष चालिका, कर्तकाधारधारक.
४. चालनियंत्रिका.
५. उप चालनियंत्रिका.
६. चालदंड, अग्रीम सूत्रक.

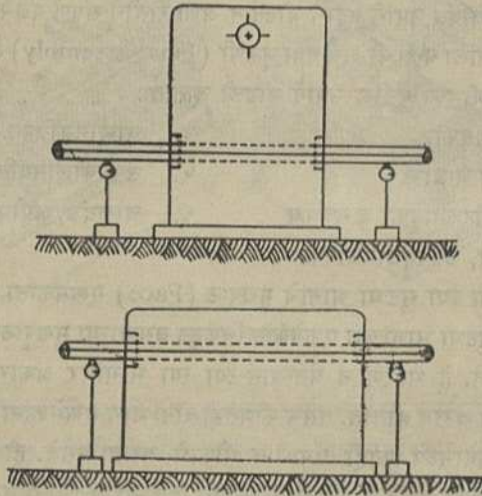
कातन यंत्राच्या ज्या सुटया भागांचे मुखपृष्ठ (Face) एकमेकांना चिकटून बसत असेल अशा सर्व सुटया भागांच्या एकमेकांस चिकटून बसणाऱ्या मुखपृष्ठांचे एकमेकांशी भारण घेतले जाते. हे भारण न घेतल्यास त्या त्या भागांवर अकारण जास्त दाब पडून ते सुटे भाग खराब होतात. तसेच कोणतेही दोन भाग एकमेकांना चिकटून बसत असल्यास त्या दोघांमध्ये काही प्रमाणात मोकळी जागा असते. ही मोकळी जागा प्रत्येक बाबतीत किती असते ते पुढील परिच्छेदांत दिलेल्या सूचनांवरून स्पष्ट होईल.

गतिनियंत्रिका, चालनियंत्रक व उप चालनियंत्रक ह्यांची स्वतंत्रपणे जुळणी करण्यापूर्वी त्यांच्या दंतचक्रांना विशेषाणन लेप (Lapping paste) लावतात. त्यामुळे ही दंतचक्रे उच्च गतीत फिरून त्यामधील विशेषाणन पूड दात्यांमध्ये राहून दात्यांचे घर्षण होऊन त्यांचे विशेषाणन होते. ह्या पद्धतीमुळे त्या दात्यांची झीज सर्वत्र सारखी व समान होऊन, पूर्वीच्या यंत्रण क्रियेमध्ये दात्यांच्या दृश्यमानाकारात काही दोष राहिला असल्यास तो त्वरित दूर होऊन दात्यांची कार्यक्षमता (Efficiency) वाढते. वरील सर्व नियंत्रकांची प्राथमिक जुळणी केल्यानंतर त्यांना एका चलित्राचे सहाय्याने गती देण्यात येऊन त्यांची तपासणी केली जाते. ह्यात हेतू हा असतो की जुळणीमध्ये कोणताही बारीकसारीक दोष राहिला असल्यास तोही दूर व्हावा. तिन्ही यंत्रणा कातन यंत्राच्या पट्टालाच अखेर जोडल्या जाणाऱ्या असल्याने ह्या

यंत्रणांमध्ये बसविलेली दंतचक्रे, गोलदंड, भारू वगैरे पट्टाशी काटकोनातच असणे आवश्यक असते. उप चालनियंत्रकांमध्ये बसविलेल्या भ्रमीचक्रा (Worm wheel) चा मध्यबिंदू तसेच भ्रमीदंडा (Worm shaft) चा मध्यबिंदू कातन यंत्राच्या पट्टाशी काटकोनात असणे तसेच ते पट्टाशी समांतर असणे आवश्यक आहे. ते तसे आहेत किंवा नाही ते पाहण्यासाठी पुढील पद्धतीचा अवलंब करतात.

प्रथम उप चालनियंत्रकाला एका पृष्ठपटा (Surface plate) वर उलटा ठेवतात. (आकृती क्रमांक २४ पाहा.) नंतर भ्रमीपथ दंतचक्राचा दंड ज्या भोकात

आकृती क्रमांक २४



बसणारा असेल त्या भोकामध्ये एक समांतर दंड (Parallel shaft) घालतात व मापन घड्याळाचे एक टोक दंडाला खालच्या बाजूला मध्यरेषेवर लावून माप घेतात. ही क्रिया, सदरहू समांतर दंड उप चालनियंत्रकाच्या दोन्ही बाजूंकडून बाहेर येत असल्याने, दोन्ही बाजूंना मापन घड्याळ लावून करतात. दोन्ही ठिकाणी सारखेच माप दाखविले गेल्यास नंतर बसवावयाच्या भ्रमीचक्राचा मध्यबिंदू पट्टाशी समांतर असल्याचे समजतात. जर दोन्ही मापे समान नसतील तर हा दंड ज्या दोन भोकांत बसतो त्या दोन भोकांचे मध्यबिंदू पृष्ठपटापासून समान उंचीवर नाहीत असे समजतात.

अग्रीम सूत्रक व चालदंड ज्या भोकात बसविलेले असतात त्यांचे मध्यबिंदू एकाच रेषेत असल्याची खात्री करण्यासाठी वरीलप्रमाणेच क्रिया करतात. एक कमी लांबीचा

दंड घेऊन त्याचे मधोमध सुमारे ३०० मि.मी. लांब आटे पाडून व दोन्ही टोकांना सुमारे ३०० मि.मी. प्रत्येकी लांब इतके अंतर यंत्रण करून घेतात. ह्या आखूड सूत्रकास उप चालनियंत्रकात घालून नंतर त्यांच्या आटयांचे भ्रमीचक्रांच्या दात्यांबरोबर संमीलन (Meshing) करण्यात येते व हाफ नट (Half nut) बंद केला जातो. नंतर भ्रमीचक्राला स्वत:भोवती फिरवितात, त्यामुळे आखूड अग्रीम सूत्रक आपोआप स्वत:भोवती फिरू लागते. अशा प्रकारे आखूड अग्रीम सूत्रक फिरता ठेवून त्याच्या यंत्रण केलेल्या दोन्ही टोकांवर मापन घड्याळाचा मापन बिंदू ठेवून माप घेतात. ह्यामुळे अग्रीम सूत्रकासाठी पाडलेले भोक संकेंद्रीय (Concentric) आहे किंवा नाही तेही तपासता येते.

टीप : सर्वसाधारणत: कोणतेही दंतचक्र त्याच्या दंडावर सरकवून बसविले जाते.

कातन यंत्राची प्राथमिक जुळणी व अखेरची जुळणी करण्यासाठी पुढील बाबींकडे काटेकोरपणे लक्ष पुरवावे लागते :

(अ) गतिनियंत्रक

१. दंतचक्रे, ग्रामण, सरक दंतचक्रे ह्या भागांचे एकमेकांशी चांगले संमीलन (Meshing) असावे.

२. गतिनियंत्रक, शक्य असलेल्या जास्तीत जास्त गतीत चालवून नंतर लगेच थांबवावा व त्याचे आतील कोणता सुटा भाग सैल वगैरे आहे किंवा काय ते पाहावे.

३. गतिनियंत्रक शक्य असलेल्या जास्तीत जास्त गतीत एक तासपर्यंत चालवून नंतर त्याचे तपमान तपासावे. हे तपमान यंत्राच्या सर्वसाधारण कार्यकारी तपमानापेक्षा २०° सेंटिग्रेडपेक्षा जास्त नसावे. तसे ते असणे हे भारू जादा घट्ट असल्याचे चिन्ह आहे.

४. गतिनियंत्रकामधील सर्व नळ्यांमधून तेल वाहात राहिले पाहिजे. तसेच यंत्राला बसविलेल्या स्नेहलदर्शिकेत (Oil sight) ते योग्य त्या पातळीवर दिसले पाहिजे.

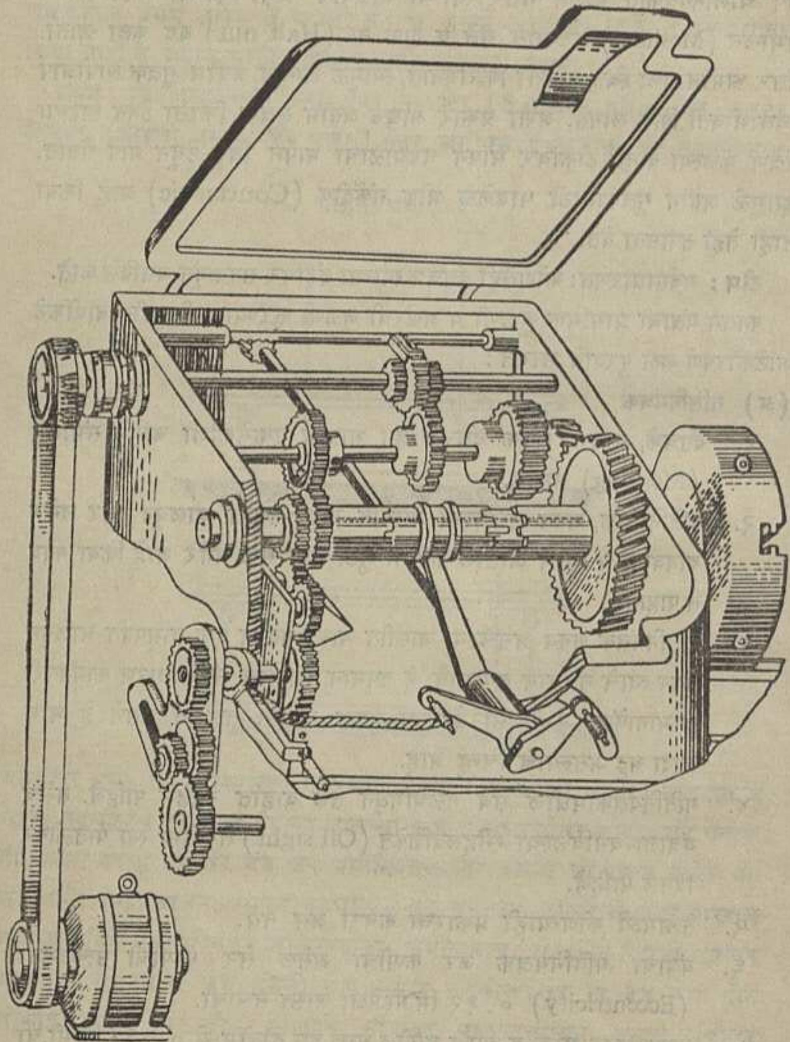
५. तेलामध्ये कोणत्याही प्रकारचा कचरा असू नये.

६. यंत्राचा गतिनियंत्रक जर कप्पीचा असेल तर कप्पीची उत्केंद्रकता (Eccentricity) ०.१२ मि.मी.पेक्षा जास्त नसावी.

७. धक्का सहन भारू व त्याचे मागील भारू ह्या दोहोंमध्ये ०.०३५ मि.मी.चा पोकळीमापक (Feeler gauge) जाऊ नये.

८. तर्कू व भारू ह्यांमधील पोकळीमध्ये ०.०३५ मि.मी. पोकळीमापक जाऊ नये.

आकृती क्रमांक २५



९. कोणत्याही दंतचक्राची उत्केंद्रकता (eccentricity) ०.०३ मि.मी.पेक्षा जास्त नसावी.

१०. प्रत्येक दंतचक्राचे त्याच्या संपूर्ण लांबीइतक्या भागाच्या दात्यांचे दुसऱ्या दंतचक्राशी संमीलन झाले पाहिजे.

११. गतिनियंत्रकाचा तळचा पृष्ठभाग यंत्राच्या पट्टावर सर्वत्र सारखा सपाट बसला पाहिजे. दोहोंमधील पोकळी ०.०३५ मि.मी. पोकळीमापकाने तपासल्यास ते पोकळीमापक ह्या मोकळ्या जागेत जाऊ नये.

१२. ज्या ठिकाणी कुंतल दंतचक्रे (Helical gears) बसविलेली असतील तेथे दंतचक्रांचा आवाज शक्य तर अजिबात येऊ नये.

१३. यंत्राच्या गतिनियंत्रकाला कप्पी असल्यास ती कप्पी ०.१० पेक्षा जास्त आजूबाजूला हलू नये. तसेच ही कप्पी व तिच्या बाजूला असलेले दंतचक्र ह्यामध्ये बसणारी खीळ (Pin) हाताने ढकलून बसण्याइतपतच घट्ट असावी.

१४. तर्कूवर जोर आल्यास, तर्कूला मंद गती देणाऱ्या दंतचक्रा (Back gear)ने आवाज करू नये किंवा ते बंदही पडू नये.

१५. ग्रामण पट्ट्या (Clutch plates) जादा प्रमाणात बाजूला हलू नयेत तसेच निग्रामण व उद्ग्रामण क्रिया (Clutch-in and clutch-out) सहजपणे व्हाव्यात.

१६. गतिनियंत्रक पट्टाला जखडण्यासाठी वापरावयाच्या जखडपट्टी (Grip plate)चे पट्टाशी भारण घेतलेले असावे तसेच ही पट्टी गतिनियंत्रकापेक्षा जास्त लांब असू नये.

(आ) बदल चक्रे

१. यंत्र चालू केले असता बदल चक्रांचा एकाच लयीत आवाज (Continuous wringing noise) आला पाहिजे.

२. बदल चक्रांची गती चालू असताना त्यांवर जोर (Load) दिल्यास त्यामुळे जादा आवाज येऊ नये.

३. चालदंड व अग्रीम सूत्रक यांची उत्केंद्रकता ०.१२ मि.मी.पेक्षा जास्त असू नये. तसेच अग्रीम सूत्रकाची अंतराल अचूकता ०.०३ मि.मी.पेक्षा जास्त असू नये.

४. बदल चक्रांची मुखपृष्ठे एकमेकांशी खेटून बसावीत.

५. अग्रीम सूत्रक ज्यात बसतो त्या भागाचे त्याचे शेजारी बसविलेल्या भारूच्या मुखपृष्ठाशी ०.०३ इतके अचूक भारण असावे.

(इ) चालनियंत्रक

१. चालनियंत्रकामधील सर्व दंतचक्रांचे उचल दंतचक्रा (Tumbler gear)शी चांगले संमीलन झाले पाहिजे व यंत्र चालू केले असता त्यांचा आवाज शक्यतो जास्त होऊ नये.

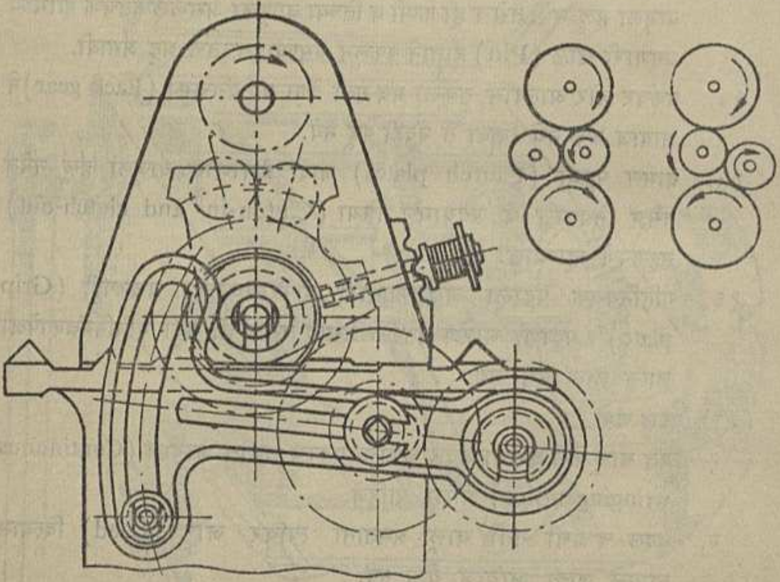
२. अग्रीम सूत्रक द्वित्वा (Lead screw coupling) मध्ये ०.०३ मि.मी.चे पोकळीमापक जाऊ नये.

३. चक्रांगणा (Cluster of gears) मधील सर्व दंतचक्रांची मुखपृष्ठे एकमेकांशी खेटून बसावीत.

४. उचल दंतचक्र गाळादंडावर कोणताही अडथळा न येता सरकला पाहिजे.

५. उचल दंतचक्राची मूठ चालनियंत्रक उच्च गतीत काम करीत असताना हलू नये.

आकृती क्रमांक २५——चालू



६. उचल दंतचक्राची उचल क्रिया (Rocking action) विनायास झाली पाहिजे.

७. सर्व दंतचक्रांना बसविलेल्या खिळी (Pins) आपापल्या जागेवर व्यवस्थित बसविलेल्या असाव्यात.

८. स्नेहलदर्शिकेत तेलाचे प्रमाण योग्य तितके दिसले पाहिजे.

(ई) उप चालनियंत्रक

१. हाफ नट (Half nut) बंद केला असता उप चालनियंत्रकाला पट्टाशी समांतर डावीकडे आणि उजवीकडे अशा दोन्ही दिशांनी विनायास चाल मिळाली पाहिजे.

२. पट्टाला बसविलेल्या निलयदंतिके (Rack plate)शी संमीलन केलेले दंतचक्र ज्यावेळी एका निलयदंतिकेवरून दुसऱ्या निलयदंतिकेवर जाते तेव्हा जरादेखील आवाज येऊ नये. हा आवाज ऐकण्यासाठी कानाचा उपयोग होत नाही. तेथें फक्त संवेदनाक्षम स्पर्शाचाच उपयोग होतो.

३. उप चालनियंत्रकांमधील योग्य त्या दंतचक्रांचे संमीलन केल्याने खोगिराचे वरच्या भागास ध्रुवीय चाल मिळते. अन्यथा खोगिरास क्षितिज समांतर चाल मिळते. ह्या दोन्हींपैकी कोणतीही चाल प्राप्त होण्याचे कार्य विनायास झाले पाहिजे. तसेच सदरहू चाल प्राप्त झाली असताना पट्टाच्या पट्टिकांवर कोणत्याही प्रकारे जादा ताण पडता कामा नये.

४. हत्यारास प्राप्त होणारी क्षितिज समांतर चाल व ध्रुवीय चाल, यंत्रचालकाचे इच्छेनुसार ताबडतोब सुरू अगर बंद झाली पाहिजे.

५. हत्यारास स्वयंचलित चाल दिली असता उप चालनियंत्रकातून टक् टक् टक् असा आवाज (Knocking noise) येऊ नये. हा आवाज कानाने ऐकता येत नाही. तो केवळ स्पर्शाने जाणवतो.

६. हाफ नटच्या दोन्ही अर्ध भागांची अग्रीम सूत्रकावर एकाच वेळी पकड बसली व सुटली पाहिजे.

७. हत्यारास स्वयंचलित चाल जिच्यामुळे प्राप्त होते ती दांडी ढिली नसावी तसेच ती जास्त घट्टही नसावी.

८. ध्रुवीय अग्रीम सूत्रका (Cross feed screw)ला ०.१ मि.मी.पेक्षा जास्त विगती (Back lash) नसावी.

९. भ्रमीचक्राच्या झाकणामधून तेल गळू नये.

१०. उप चालनियंत्रकातून तेल गळू नये.

११. स्नेहलदर्शिकेत तेलाचे प्रमाण पुरेसे दिसले पाहिजे.

(उ) खोगीर

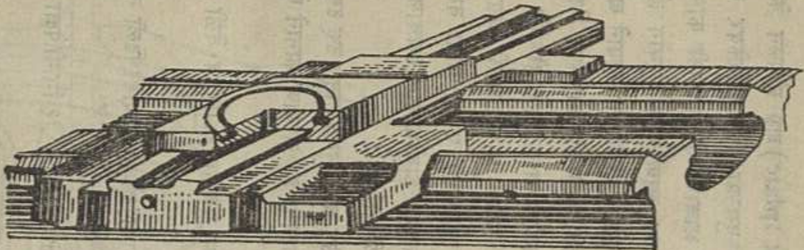
१. पट्टाचे संपूर्ण लांबीवर संपूर्ण खोगीर विनायास सरकला पाहिजे.

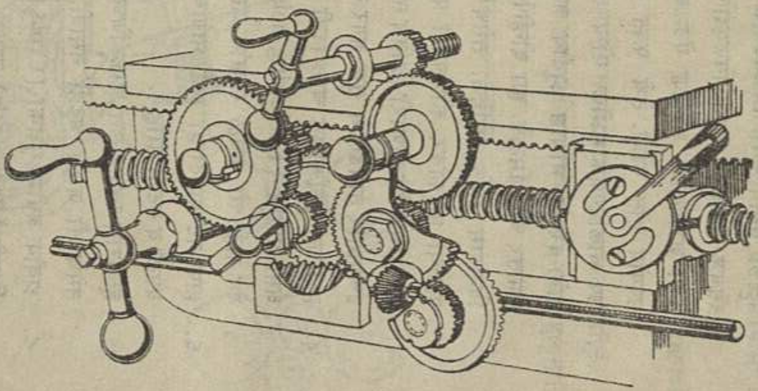
२. पट्टाचे संपूर्ण लांबीवरील कोणत्याही बिंदूवर, खोगीर व पट्ट ह्यांमध्ये ०.०३ मि.मी.चे पोकळीमापक जाऊ नये.

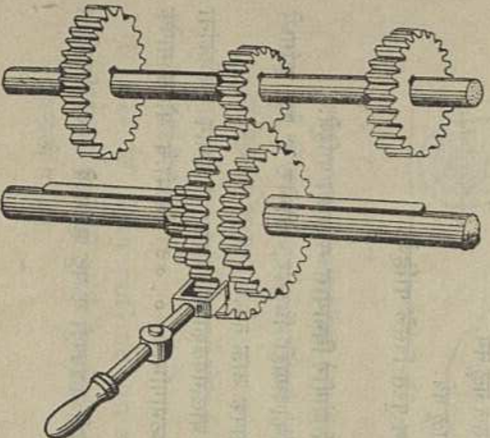
३. खोगिराचा तळ व उप चालनियंत्रकाचा वरचा पृष्ठभाग एकमेकांना जखडल्यानंतर दोन्ही पृष्ठभागांमध्ये ०.०३ मि.मी.चे पोकळीमापक जाऊ नये.

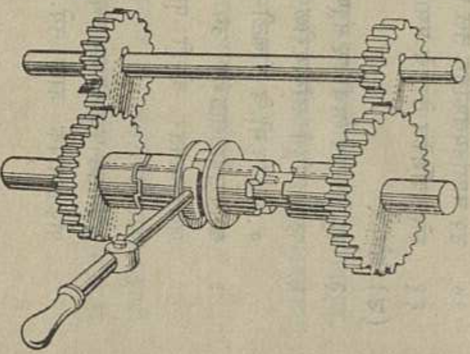
४. खोगिरास पट्टाशी जखडणारी जखडपट्टी व पट्ट ह्यांमध्ये ०.०३ मि.मी.चे पोकळीमापक जाऊ नये.

आकृती क्रमांक २५—चालू









५. खोगिराचे ध्रुवीय पट्टीवर, संयुक्त चालिका जेथे बसते तेथील कोनदर्शक खुणा स्पष्ट, अचूक व कमी रुंदीच्या असाव्यात.

(ऊ) **संयुक्त चालिका**

१. संयुक्त चालिकेला खोगिराचे ध्रुवीय पट्टीवर कोणत्याही कोनात विनायास फिरविता आले पाहिजे व कोठेही आवळता आले पाहिजे.

२. संयुक्त चालिकेला तिच्या बैठकीवर, बैठकीशी समांतर चाल विनायास देता आली पाहिजे.

३. संयुक्त चालिकेच्या बैठकीला असलेली शून्यांशदर्शक खूण अत्यंत अचूक, अत्यंत कमी जाडीची असावी व ती स्पष्ट असावी.

४. एकमेकांशी खेटून बसणारे सर्व पृष्ठभागांचे एकमेकांशी भारण केलेले असावे व त्याचे मधील पोकळीत ०.०३ मि.मी.चे पोकळीमापक जाऊ नये.

५. ध्रुवीय अग्रीम सूत्रक व त्याचा नट (Nut) ह्यांमधील विगती (Back lash) ०.१ मि.मी.पेक्षा जास्त नसावी.

६. ध्रुवीय अग्रीम सूत्रकाच्या हस्तचक्रा (Hand wheel) ची उत्केंद्रकता ०.१ मि.मी.पेक्षा जास्त नसावी.

(ए) **कर्तकाधारधारक**

१. कर्तकाधारधारक त्याचे बैठकीवर बसवून जखडला असता दोहोंमधील पोकळीत ०.०३ मि.मी.चे पोकळीमापक जाऊ नये. कर्तकाधारधारकाचे बैठकीशी भारण केलेले असावे.

२. कर्तकाधारधारकावरील पकड कोणत्याही वेळी चटकन सुटली पाहिजे व बसली पाहिजे.

३. ज्या मापाच्या कर्तनहत्यारासाठी बनविला असेल, ते कर्तन हत्यार कर्तकाधारधारकात सुलभतेने बसले पाहिजे.

४. कर्तकाधारधारक योग्य त्या ठिकाणी जखडता आला पाहिजे.

५. यंत्रण क्रिया चालू असताना कर्तकाधारधारक आपल्या पकडीतून सरकू नये.

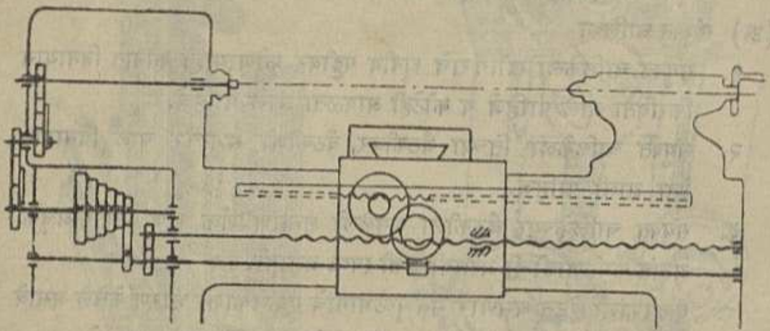
६. कर्तकाधारधारक जखडण्याचे हस्तक (Handle) योग्य त्या मापाचे असावे की ज्यामुळे अधिक शक्तीची गरज पडणार नाही.

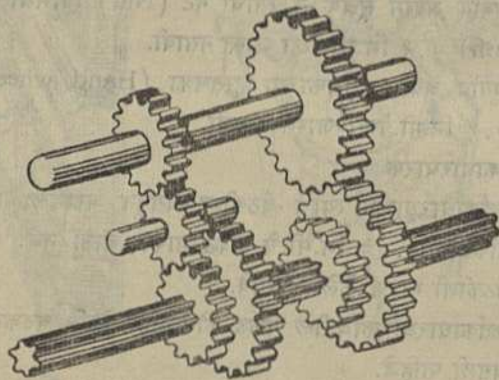
(ऐ) **शेपटाचा आधार**

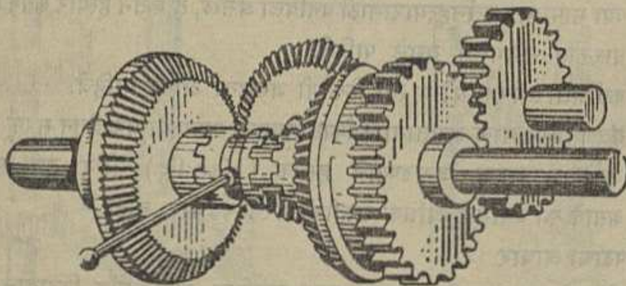
१. शेपटाचे आधारातील तर्कूला एका ठराविक मर्यादेपर्यंत विनायास चाल मिळाली पाहिजे, व तो जादा घट्ट बसता कामा नये.

२. तर्कूमधील सूत्रक व नट ह्यांमधील विगती (Back lash) ०.१ मि.मी.पेक्षा अधिक नसावी.

आकृती क्रमांक २५—चालू



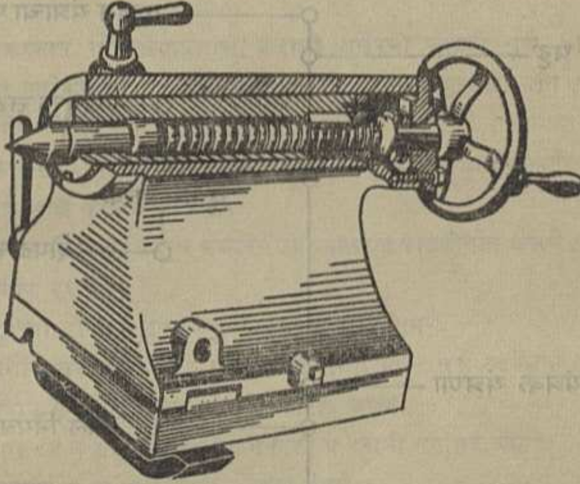




३. तर्कू आवळला असता तो मागे पुढे अगर त्रिज्यात्मक कसाही फिरू/हलू नये.

४. शेपटाच्या आधाराचे धड (Body) त्याचे बैठकीवर विनायास सरकावे, तसेच धडाच्या तळाच्या पृष्ठभागाचे बैठकीच्या वरच्या भागाशी भारण घेतलेले असावे.

आकृती क्रमांक २५—चालू



५. शेपटाचा आधार ज्या जखड पट्टीचे सहाय्याने पट्टाशी आवळलेला असतो ती पट्टी आवळल्यानंतर शेपटाचा आधार जरादेखील सरकू नये.

६. शेपटाचे आधाराच्या बैठकीच्या तळाचे पट्टाशी भारण घेतलेले असावे.

(ओ) बंधक

१. बंधकाचा बाह्य परिघ, स्वकेंद्रित असला पाहिजे.

२. बंधकाचे जबडे विनायास सरकले पाहिजेत.

३. जबडे आवळण्यासाठी वापरावयाच्या दांडीमुळे पुरेशा ताकदीने काम आवळता आले पाहिजे.

४. स्वकेंद्रक (Self-centering) बंधकाचे जबडे बंधकाचे आतील चक्रव्यूहा (Scroll plate) वर विनायास व कोठेही न अडकता सरकले पाहिजेत.

(औ) संकीर्ण

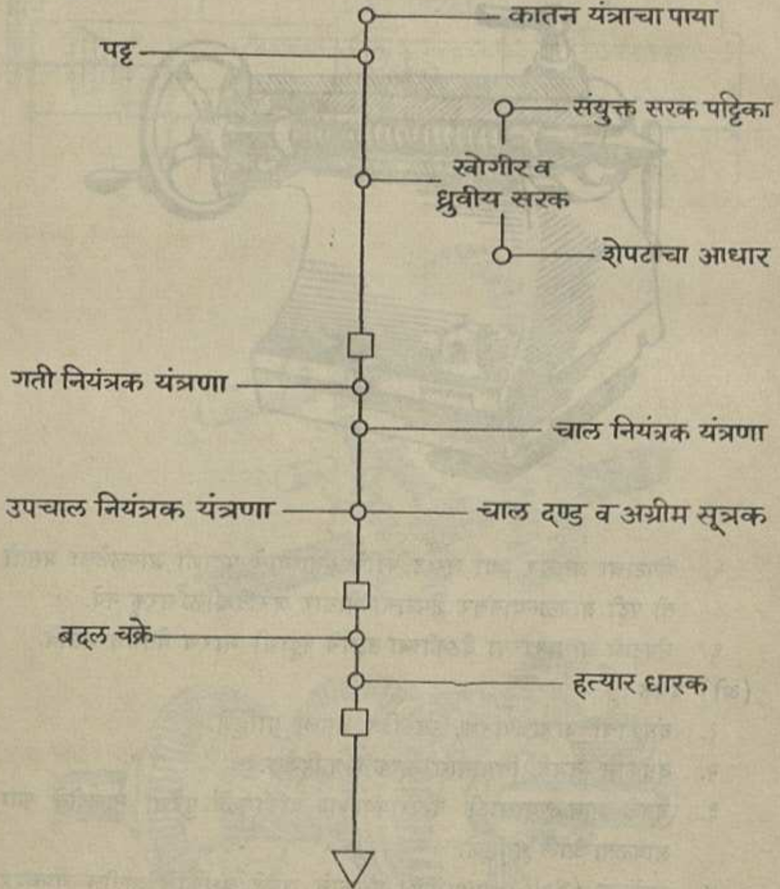
१. संपूर्ण यंत्राला रंग लावलेला असला पाहिजे.

२. यंत्र दिसण्यात सुंदर व आकर्षक दिसले पाहिजे.

३. यंत्राची सर्व हस्तचक्रे व मुठी चकचकीत, गुळगुळीत व सफाईदार असल्या पाहिजेत तसेच त्या गंजरोधकही असल्या पाहिजेत.

४. ज्या कामासाठी यंत्र तयार केले असेल ते काम उत्तम प्रकारे झाले पाहिजे.

तक्ता क्र. ९



टीप : १. उपरिनिर्दिष्ट विविध यंत्रांगांसाठी आकृती क्रमांक २५ पाहा.

२. संपूर्ण यंत्राच्या जुळणीच्या क्रमासाठी तक्ता क्रमांक ९ पाहा.

प्रकरण ८

यंत्राची तपासणी

मागील प्रकरणात सांगितल्याप्रमाणे यंत्राची अखेरची जुळणी पूर्ण झाल्यानंतर यंत्राची काटेकोरपणे तपासणी करतात. ही तपासणी मुख्यतः दोन दृष्टिकोन नजरेसमोर ठेवून केली जाते.

(अ) कातन यंत्राची ज्यामिती लक्षात घेऊन त्यानुसार यंत्र असण्याकरिता पुढील बाबींकडे खास लक्ष पुरविले जाते :

१. कातन यंत्राचे पट्ट यंत्राचे मध्यरेषेशी समांतर व काटकोनात असणे. (आकृती क्रमांक २६ पाहा.)
२. पट्टाच्या दोन्ही पट्टिका एकमेकींशी समांतर असणे.
३. गतिनियंत्रकामधील तर्कू व शेपटाचे आधारातील तर्कू स्वकेंद्रक असणे.
४. ध्रुवीय सरकपट्टिका तर्कूशी काटकोनात असणे.
५. चाल दंड व अग्रीम सूत्रक एकमेकांशी व पट्टाशी समांतर असणे.
६. चालदंड व अग्रीम सूत्रक स्वकेंद्रक असणे.

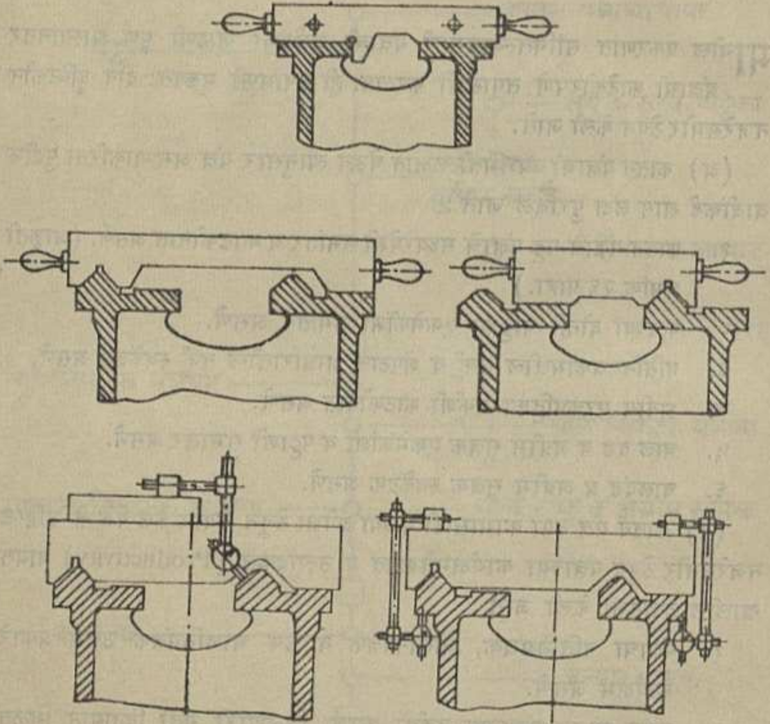
(ब) कातन यंत्र ज्या कामासाठी व ज्या अपेक्षा ठेवून तयार केले गेले ते उद्दिष्ट नजरेसमोर ठेवून यंत्राच्या कार्यक्षमतेबाबत व उत्पादकते (Productivity) बाबत खालील तपासणी केली जाते :

१. यंत्राचा गतिनियंत्रक, चालनियंत्रक व उप चालनियंत्रक उत्तम प्रकारे कार्यक्षम असणे.
२. तयार कातन यंत्राच्या तर्कूला क्रमशः मिळणारी गती विनायास मिळत असणे व यंत्र कोणत्याही वेळी चटकन थांबविता येणे.
३. ठराविक मर्यादेत योग्य ती कोणतीही चाल हत्याराला प्राप्त करून देण्याच्या शक्यतेबद्दल.
४. यंत्राच्या चलित्राच्या ताकदीचा जास्तीत जास्त उपयोग होण्याची शक्यता.
५. यंत्र ०.०२ मि.मी. प्रति ३०० मि.मी. इतके अचूक, सफाईदार व चौकस काम करू शकणे.

उपरिनिर्दिष्ट 'अ' ह्या परिच्छेदात सांगितलेल्या चाचण्या ज्यामितीय चाचण्या (Geometrical tests) म्हणून मानल्या जातात. ह्या चाचण्या आंतरराष्ट्रीय

मान्यता पावलेले डॉ. प्राध्यापक स्लासिंजर (Dr. Prof. G. Schlesinger) ह्यांनी आपल्या "टेस्टिंग मशीन टूल्स" (Testing machine tools) ह्या जगद्विख्यात पुस्तकात दिलेल्या तक्त्यामध्ये दिल्या असून हा तक्ता, जगातील सर्वच देशांप्रमाणे

आकृती क्रमांक २६



भारतातही "भारतीय मानक कातन यंत्र तपासणी" (Indian Standard Testing of Lathes) म्हणून स्वीकृत केला आहे. वरील क्रमांक 'ब' ह्या परिच्छेदात सांगितलेल्या चाचण्या कातन यंत्राच्या कार्यकारी चाचण्या (Working tests) म्हणून समजतात. कार्यकारी चाचणी घेणाऱ्याने नेहमी ते कातन यंत्र कोणत्या कामासाठी बनविलेले आहे, व त्याची कार्यक्षमता किती अपेक्षित आहे, ते लक्षात घेऊनच चाचणी घ्यावयाची असते. खेरीज तयार यंत्र चांगल्या बनावटीचे आहे असे समजून त्यात कोणत्या उणिवा आहेत ते तपासण्याच्या दृष्टिकोनातून स्वतःची दृष्टी व स्वतःचे मन पूर्वग्रहदूषित न ठेवता (Un-biased

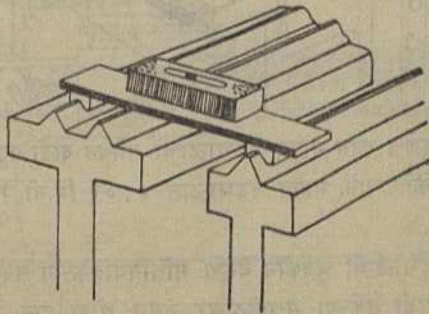
mind) यंत्र तपासणे आवश्यक आहे.* तसेच तयार यंत्राच्या जास्तीत जास्त ताकद सहन करण्याच्या अपेक्षित मर्यादेपेक्षा जास्त दाब/ताकद ज्यामुळे यंत्रावर पडेल अशी कोणतीही चाचणी घ्यावयाची नसते.

कार्यकारी चाचण्या घेण्यापूर्वी ज्यामितीय चाचण्या घेतात. ज्यामितीय चाचण्या समाधानकारकपणे पार पाडल्यानंतर जर यंत्र कार्यकारी चाचण्यांतून समाधानकारकपणे उतरू शकले तरच ते बाजारात विक्रीसाठी प्रथम दर्जाप्राप्त (Graded machine) म्हणून रवाना केले जाते.

ज्यामितीय चाचण्या घेण्याची पद्धत पुढीलप्रमाणे आहे:

यंत्र पट्टाच्या दृश्यमानाकाराप्रमाणे आकार एका बाजूस असलेले व दुसऱ्या बाजूने समांतर असे तपासणी साधन असते. त्याला ब्रिज ब्लॉक (Bridge block) असे म्हणतात. ह्या ब्रिज ब्लॉकची एक जोडी कातन यंत्राच्या पट्टावर ठेवून प्रथम त्याचे समतलन (Levelling) केले जाते. (आकृती क्रमांक २७ पाहा.) नंतर

आकृती क्रमांक २७



क्रमांक 'अ' मध्ये उल्लेखिलेल्या ज्यामितीय चाचण्या घेण्यापूर्वी मापन घड्याळ व्यवस्थित रीतीने काम देत असल्याबद्दल खात्री करून घेतात. ह्या मापन घड्याळाने सतत चांगले काम द्यावे म्हणून ठराविक दिवसांनी त्याची चाचणी व संधारण (Maintenance) करणे आवश्यक असते. ह्या मापन घड्याळाचा लघुतम दर्शकांक (Least count) ०.०१ मि.मी. इतका असावा लागतो.

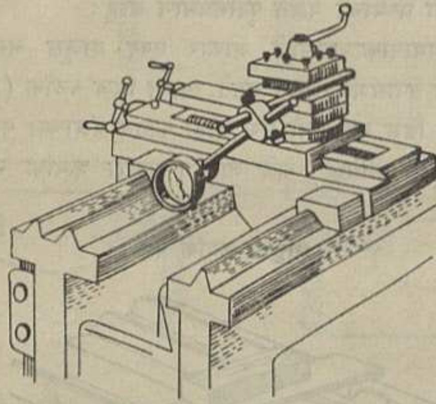
१. ब्रिज ब्लॉक यंत्रपट्टावर ठेवून त्यावर मापन घड्याळाची चुंबकीय बैठक ठेवतात व मापन घड्याळाची संवेदन दांडी (Sensing pin) पट्टाच्या सपाट

---

*Test Chart For Lathes—IS 1878-1961.

पृष्ठभागावर ठेवून त्यावर थोडासा दाब देतात. नंतर अशा परिस्थितीतच ब्रिज ब्लॉक यंत्र पट्टाच्या एका टोकापासून दुसऱ्या टोकापर्यंत सरकवितात. पट्टाच्या संपूर्ण लांबीवरील कोणत्याही बिंदूवर मापन घड्याळात ०.०२ मि.मी.पेक्षा अधिक फरक दिसता कामा नये. हीच क्रिया आकृती क्रमांक २८ मध्ये दाखविल्याप्रमाणेदेखील करता येते.

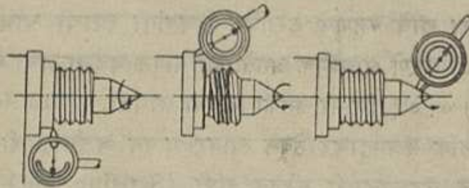
आकृती क्रमांक २८



२. वरीलप्रमाणेच काम मापन घड्याळाची संवेदन दांडी पट्टाच्या उलट 'V' आकारावर ठेवून केले जाते. मापन घड्याळात ०.०२ मि.मी. पेक्षा अधिक फरक दिसता कामा नये.

३. मापन घड्याळाची चुंबकीय बैठक गतिनियंत्रिकेच्या तर्कूजवळ यंत्रपट्टावर ठेवून व संवेदन दांडी तर्कूच्या मुखपृष्ठावर ठेवून थोडा दाब देतात नंतर तर्कू

आकृती क्रमांक २९

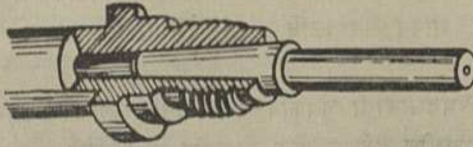


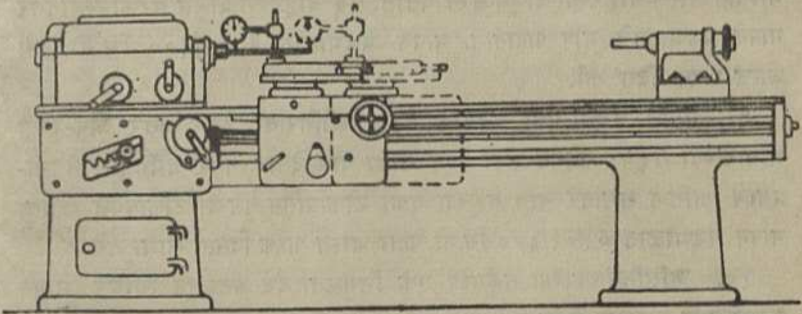
हाताने फिरवितात किंवा कमीत कमी आवर्तने देऊन हाताने फिरवितात. मापन घड्याळात ०.०१ मि.मी. पेक्षा जास्त फरक दिसू नये. (आकृती क्रमांक २९ पाहा.)

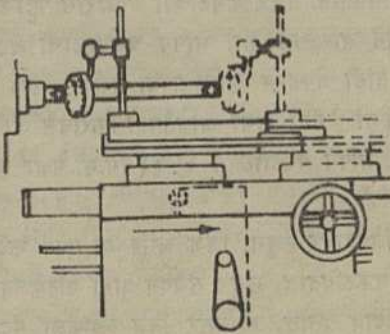
४. क्रमांक तीनप्रमाणेच संवेदन दांडी तर्कूच्या आंतरपरिघात व बाह्य परिघावर अनुक्रमे ठेवून तर्कूला कमीत कमी आवर्तने देऊन हाताने फिरवितात. मापन घड्याळात ०.०१ मि.मी.पेक्षा जास्त फरक दिसू नये.

५. मापन घड्याळाची चुंबकीय बैठक यंत्रपट्टावर ठेवून त्याची संवेदन दांडी ध्रुवीय सरकपट्टीच्या बाजूला टेकवून त्यावर थोडा दाब देतात, व ध्रुवीय सरक-पट्टीला नेहमीची ध्रुवीय सरळ चाल देतात. मापन घड्याळात ०.०२ मि.मी.पेक्षा जास्त फरक दिसू नये.

आकृती क्रमांक ३०







६. एक अत्यंत अचूक, असा निमुळता दंड घेतात. ह्यावर शाणन व विशेषाणन क्रिया आधीच केलेल्या असतात. हा निमुळता दंड यंत्राच्या गतिनियंत्रण यंत्रणेच्या

तर्कूच्या भोकात अडकवितात. नंतर मापन घड्याळाची चुंबकीय बैठक यंत्राच्या ध्रुवीय सरकपट्टीवर ठेवून संवेदन दांडी निमुळत्या दंडाच्या, तर्कूबाहेर राहिलेल्या समांतर परिघावर ठेवतात. अशा परिस्थितीत खोगिरास क्षितिज समांतर चाल देऊन निमुळत्या दंडाच्या समांतर भागावरील मापन घड्याळाचे निरीक्षण केले जाते. (आकृती क्रमांक ३० पाहा.) तर्कूपासून लांब असलेल्या निमुळत्या दंडाच्या टोकाकडील भाग तर्कूकडील भागापेक्षा केवळ ०.०२ मि.मी./३०० मि.मी. इतका वर उचलला गेल्याचे मापन घड्याळात दिसत असल्यास ते चालू शकते. त्यापेक्षा जास्त मात्र चालत नाही.

७. क्रमांक ६ प्रमाणेच मापन घड्याळ ठेवून, संवेदन दांडी निमुळत्या दंडाच्या तर्कूच्या बाहेरील परिघावर ठेवतात व अशा स्थितीतच तर्कूला कमीत कमी आवर्तने देतात. मापन घड्याळाने ०.०२ मि.मी.पेक्षा जास्त फरक दाखविता कामा नये.

८. मापन घड्याळाची चुंबकीय बैठक ब्रिज ब्लॉकवर ठेवून संवेदन दांडी शेपटाचे आधारामधील तर्कूच्या बाह्य टोकावर ठेवून थोडी दाबतात. नंतर तर्कूला जास्तीत जास्त बाहेरच्या बाजूस सरकवितात. तर्कू बाहेरच्या बाजूस सरकविल्यानंतर मापन घड्याळाचे माप पाहातात. मापन घड्याळात ०.०२/१०० मि.मी.पेक्षा जास्त फरक दिसू नये.

९. मापन घड्याळाची चुंबकीय बैठक खोगिरावर ठेवून नंतर शेपटाच्या आधाराच्या तर्कूवर संवेदन दांडी ठेवून थोडा दाब देतात. नंतर खोगिरास नेहमी-प्रमाणे क्षितिज समांतर चाल तर्कूच्या एका टोकापासून दुसऱ्या टोकापर्यंत देतात. मापन घड्याळात ०.०१/३०० मि.मी.पेक्षा जास्त फरक दिसता कामा नये.

१०. गतिनियंत्रकाच्या तर्कूमध्ये एक निमुळता दंड अडकवून त्यावर मापन घड्याळाची चुंबकीय बैठक बसवितात. नंतर शेपटाच्या आधारास पट्टावर सरकवून गतिनियंत्रकाजवळ अशा बेताने आणतात की, मापन घड्याळाची बैठक तर्कूवर बसविलेली असताना संवेदन दांडी शेपटाचे आधाराच्या तर्कूवर टेकेल अशा परि-स्थितीत गतिनियंत्रकाच्या तर्कूला कमीत कमी आवर्तनात फिरविले जाते व मापन घड्याळाचे निरीक्षण करतात. मापन घड्याळात ०.०१ मि.मी.पेक्षा जास्त फरक दिसता कामा नये.

११. एक ब्रिज ब्लॉक यंत्रपट्टावर ठेवून, ब्रिज ब्लॉकच्या एका कडेला मापन घड्याळाची चुंबकीय बैठक चिकटवितात. नंतर संवेदन दांडी पट्टिकेच्या खालच्या बाजूला लावून त्यावर थोडा दाब देतात. ह्यानंतर ब्रिज ब्लॉकला पट्टाच्या एका टोकापासून दुसऱ्या टोकापर्यंत सरकविले जाते. मापन घड्याळात ०.०२ मि.मी.पेक्षा जास्त फरक दिसता कामा नये. (आकृती क्रमांक २६ पाहा.)

१२. एक अत्यंत अचूक व चोकस असा समांतर दंड घेऊन तो यंत्राच्या दोन्ही केंद्रबिंदू (Centres) वर धरतात. नंतर कर्तकाधारधारकांत मापन घड्याळाची चुंबकीय बैठक धरून संवेदन दांडी समांतर दंडाच्या एका टोकावर परिघावर लावून त्यावर थोडा दाब देतात. नंतर खोगिरास चाल देत असतानाच मापन घड्याळाचे निरीक्षण करतात. मापन घड्याळात ०.०१ मि.मी.पेक्षा जास्त फरक दिसू नये. हीच क्रिया समांतर दंड स्वत:भोवती १८०°चे कोनात फिरवून पुनश्च करतात. मापन घड्याळात ०.०१ मि.मी.पेक्षा जास्त फरक दिसता कामा नये.

१३. यंत्र पट्टाचे एका टोकावर (शेपटाचे आधारापलीकडे) मापन घड्याळाची चुंबकीय बैठक ठेवून नंतर एक पोलादी 'गोळी भारू' मधील गोळी जिचा व्यास अग्रीम सूत्रकाच्या मध्यबिंदूमध्ये बसण्याइतपत असतो, अग्रीम सूत्रकाचे उजवीकडील टोकास असलेल्या मध्यबिंदूवर ठेवून त्यावर मापन घड्याळाची मापन दांडी ठेवतात, व त्यावर थोडा दाब देतात. (ह्यावेळी अग्रीम सूत्रकाचा मध्यबिंदू व मापन दांडी यांत पकडली गेलेली गोळी निसटू नये अशी खबरदारी घ्यावी लागते.) नंतर यंत्र कमी आवर्तनात चालू करून 'हाफ नट' बंद करतात. ह्यामुळे आटे पाडण्याची प्रत्यक्ष क्रिया होताना खोगीर जसा सरकतो त्याप्रमाणे खोगीर सरकू लागतो. अग्रीम सूत्रकामध्ये काही प्रमाणात सैलपणा (End play) राहून गेला असल्यास त्याचे अचूक मापन ह्या पद्धतीमुळे मापन घड्याळावर होते. मापन घड्याळात ०.०३ मि.मी.पेक्षा जास्त फरक दिसता कामा नये.

१४. कातन यंत्राचे खोगिरावर मापन घड्याळाची चुंबकीय बैठक अशा रीतीने बसवितात की, संवेदन दांडी अग्रीम सूत्रकाचे आट्याच्या माथ्यावर (Crest of thread) राहील. नंतर मापन घड्याळावर थोडा दाब देऊन खोगिरास नेहमी-प्रमाणे क्षितिज समांतर चाल देतात. ह्यामुळे अग्रीम सूत्रक कोठे वाकडा असल्यास त्याच्या बाकाचे नेमके प्रमाण मापन घड्याळावर समजते. मापन घड्याळात ०.१० मि.मी.पेक्षा जास्त फरक दिसू नये.

कातन यंत्राच्या कार्यकारी चाचण्या (Working tests) घेण्याची पद्धती

कोणत्याही कातन यंत्राची कार्यकारी चाचणी घेण्यापूर्वी यंत्राच्या सर्व नियंत्रण दंडिका (Controlling levers) उत्तम प्रकारे कार्यक्षम असल्याचे तसेच योग्य त्या सर्व दंतचक्रांचे संमीलन व्यवस्थित रीतीने होत असल्याबद्दल खात्री करून घेतात. नंतर पुढील क्रिया करतात.

१. यंत्र चालू करून त्याचे तर्कूवर लावलेल्या बंधकाला तो चालू असताना गतिरोधक (Brake) लावण्याचा प्रयत्न केला जातो. जर फिरता बंधक थांबला नाही तर गतिनियंत्रकामधील ग्रामण (Clutch) कार्यक्षम असल्याचे मानतात.

जर गतिरोधक लावल्यानंतर बंधक थांबला तर ग्रामण व्यवस्थित लावला न गेल्याचे समजतात.

२. यंत्र चालू करून खोगिरास हाफ नटचे सहाय्याने क्षितिज समांतर चाल देतात. नंतर यंत्रावर जणू काम लावलेले असताना जो जोर येतो तसा जोर देण्यासाठी क्षितिज समांतर चाल देणाऱ्या हस्तचक्रास गतिरोधक लावतात. ह्यावेळी बदल चक्रे, चालनियंत्रक यामध्ये जास्त आवाज होऊ नये अशी अपेक्षा असते. अशा परिस्थितीत जर जास्त आवाज झाला तर दंतचक्रांचे संमीलन जास्त घट्ट झाल्याचे समजतात.

३. क्रमांक २ प्रमाणे चाचणी ध्रुवीय सरकपट्टीला चाल देऊनदेखील केली जाते.

४. एक गोल दंड ज्याचा व्यास, पट्टाच्या मध्यरेषेपासून उभ्या काटकोनातील अंतराच्या $\frac{1}{8}$ (एक अष्टमांश) आहे व लांबी ह्या अंतराच्या इतकीच आहे, असा घेऊन त्याच्या दोन्ही टोकांकडील मुखपृष्ठांना मध्यबिंदूमध्ये भोके पाडून घेतात. नंतर हा दंड चाचणी करावयाच्या यंत्राचे मध्यमां (Centres) मध्ये धरतात; व त्याचे पुढीलप्रमाणे यंत्रण करतात.

यंत्रावर वरील प्रमाणातील गोलदंड चढविल्यानंतर यंत्राचे तर्कूला शक्य ती जास्तीत जास्त आवर्तने देऊन फिरवितात; व योग्य ते कर्तन कोन जरूर तसे घासून घेतलेल्या कर्तन हत्यारास कमीत कमी क्षितिज समांतर चाल देतात. हत्यारास अंदाजे ०.२ मि.मी. इतकेच धातूमध्ये घुसविले जाते. ही चाल शेपटाचे आधारापासून दंडाच्या अर्ध्या लांबीपर्यंत येताच हत्याराची चाल थांबवून यंत्र बंद करतात. नंतर यंत्रावरून दंड काढून घेऊन यंत्रण केलेली बाजू गतिनियंत्रकाकडे व यंत्रण न केलेली बाजू शेपटाचे आधाराकडे लावतात, व परत वरील क्रिया केली जाते. दोन्ही बाजूंनी केलेल्या यंत्रणाच्या खुणा एकमेकांशी पूर्णपणे मिळून जाऊन एकजीव झाल्या पाहिजेत. अशा रीतीने यंत्रण केलेला हा दंड नंतर यंत्रावरून काढून घेऊन त्याची पुढीलप्रमाणे तपासणी करतात.

१. संपूर्ण समांतर अशा दोन निरपेक्ष केंद्रां (Absolute centres) वर हा दंड लावून त्याच्या बाह्य भागाच्या लांबीची अनुरेखीय अचूकता (Linear accuracy) तपासतात.

२. नगाच्या व्यासाची गोलाकार अचूकता (Circular accuracy) तपासतात.

जर योग्य त्या मापन प्रमाणात दोन्ही चाचण्यांतून तो यंत्रण केलेला दंड उतरू शकला तरच यंत्राच्या सर्व प्रकारच्या चाचण्या समाधानकारकपणे पार पडल्याचे समजून त्या यंत्राला " प्रथम दर्जा प्रमाणित यंत्र " (Graded machine) म्हणून ठसा मारला जातो (Stamping of grade). हे ठसा मारण्याचे काम सध्या सरकारी तपासनीस करतात.

प्रकरण ९

कातन यंत्र उभारणी व निगा

कोणत्याही प्रकारचे कातन यंत्र खरेदी केल्यानंतर ते ज्यावेळी ग्राहकाचे कारखान्यात आणतात तेव्हा त्याबरोबर ते उतरून घेण्यासाठी जे हमाल असतात ते आपल्या कामात केव्हा केव्हा निष्काळजीपणे यंत्र उतरवितात. म्हणून ग्राहकांना यंत्र उतरवून घेण्याची कला अवगत असणे अत्यंत आवश्यक आहे. ह्या बाबींची माहिती नसल्यामुळे कित्येक यंत्रे मोडून पडली आहेत.

ग्राहकाचे कारखान्यात यंत्र आल्यानंतर यंत्राच्या पेटीला एका जाड दोरखंडाने फासा टाकून नंतर दोरखंडाची दोन्ही टोके मोटारीचे मागील बाजूच्या दोन्ही खांबांना बांधून ठेवावी. नंतर यंत्र एका बाजूने पहारीने उचलून त्याखाली अंदाजे ३० ते ५० मि.मी. व्यासाचे पोलादी रूळ टाकावेत. ह्या रुळांवरून यंत्र मोटारीच्या कडेपर्यंत सरकवत आणावे. नंतर रुळावर यंत्र असताना यंत्र पेटीचा तळ व जमिनीचा पृष्ठभाग यांमध्ये मजबूत लाकडाच्या दोन फळ्या ठेवून द्याव्या. नंतर यंत्र पेटीचे एक टोक एका रुळावर (की जो उतरत्या फळ्यांवर ठेवला असेल) ठेवावे.

टीप : मोटारीवर व मोटारीतुन खाली जमिनीवर यंत्र सरकवत असताना यंत्राला बांधलेल्या दोरखंडाचा फासा हळूहळू सरकवावा. ह्या दोरखंडाचा उपयोग यंत्र जेव्हा उतरत्या फळीवर असते अशा वेळी यंत्राचे वजन तोलून धरण्याकरिता (Balance) होतो.

वरीलप्रमाणे उतरत्या फळीवरील रुळावर यंत्र चढविल्यानंतर ते हळूहळू स्वतःच्या वजनाने खाली उतरत येते. मात्र ते रुळावरून सरकत असताना यंत्र पेटीचा कोणताही भाग फळीला स्पर्श न करता सतत रुळावरच राहील अशी दक्षता घ्यावी लागते. त्यासाठी सारख्याच व्यासाचे एकापेक्षा अधिक रूळ तयार ठेवावे लागतात. ह्या पद्धतीचा उपयोग ज्यावेळी कोणत्याही प्रकारची, यंत्रे उचलून खाली ठेवण्याची यंत्रसामग्री मिळण्याजोगी नसेल तेव्हाच करावा. यंत्रपेटी पूर्णपणे जमिनीवर आल्यानंतर पुढीलप्रमाणे कृती करावी :*

---

*कातकाम मार्गदर्शक—शं. गो. भिडे.

१. यंत्र पेटीचे सर्व खिळे व्यवस्थितपणे काढून ठेवावे व त्याच्या फळ्या मापवार लावून ठेवाव्या. ह्या फळ्यांचा उपयोग यंत्रापाशी उभे राहून काम करण्यासाठी केला जावा.

२. यंत्राला लावलेले गंजरोधक (Rust preventive) काळजीपूर्वकपणे घासलेट अगर थिनर (Thinner)चे सहाय्याने पुसून टाकावे. जर गंजरोधक निघत नसेल तर ते काढण्यासाठी लाकडी अगर पितळेच्या पट्टीचा उपयोग करावा. कोणत्याही परिस्थितीत त्यासाठी घर्षण कागदा (Emery paper)चा उपयोग करू नये.

३. यंत्राबरोबर आलेले सर्व सुटे भाग व्यवस्थित व चांगल्या स्थितीत असल्याची खात्री करून घ्यावी.

४. संपूर्ण यंत्राची व्यवस्थितपणे चाचणी करावी, विशेषतः त्याची सर्व नियंत्रण साधने योग्य त्या प्रकारे काम करीत असल्याबद्दल खात्री करून घ्यावी.

५. यंत्राबरोबर मिळालेल्या यंत्र उभारणीसंबंधीच्या नील रेखाचित्राप्रमाणे मापे घेऊन यंत्राच्या पायाचा जमिनीवर नकाशा काढावा. जर यंत्र उभारणीचे नील रेखाचित्र मिळाले नसेल तर प्रत्यक्ष यंत्राच्या पायावरून मापे घ्यावी व त्याप्रमाणे नकाशा जमिनीवर काढावा.

६. नकाशाच्या क्षेत्रफळाप्रमाणे जमीन साधारणतः एक मीटर खोल खणून घ्यावी. (जमीन कडक माती अगर मुरूम लागेपर्यंत खणावी.)

७. अंदाजे ३०० मि.मी. लांब व एका टोकाला ५० ते ६० मि.मी. चौरस तर दुसऱ्या टोकाला ४० ते ५० मि.मी. चौरस मापाचे लाकडाचे सहा ठोकळे तयार करून घ्यावे व यंत्राच्या पायाची लाकडी प्रतिकृती पट्ट्यांच्या सहाय्याने करावी, नंतर हे सहा ठोकळे ह्या प्रतिकृतीमध्ये योग्य अशा ठिकाणी बसवावे.

टीप : यंत्राच्या पायाच्या प्रतिकृतीचे माप जमिनीत खणलेल्या खड्ड्याच्या लांबी व रुंदीपेक्षा १५० ते २०० मि.मी. जास्त ठेवावे.

८. पूर्वी तयार केलेल्या खड्ड्यात अंदाजे २०० ते २५० मि.मी. उंचीची दगडाची माचण करून घ्यावी.

९. जमिनीत तयार केलेल्या खड्ड्यावर वरील क्रमांक ७ मध्ये सांगितल्याप्रमाणे तयार केलेली यंत्राच्या पायाची प्रतिकृती (अथवा सांगाडा) अशा बेताने ठेवावी की, लाकडी ठोकळे खड्ड्यात लोंबतील.

१०. वरीलप्रमाणे सर्व प्राथमिक तयारी झाल्यानंतर एकूण खड्ड्याचे, लाकडी ठोकळे वजा करून, घनफळ काढावे.

११. खड्ड्याचे घनफळानुसार सिमेंट + मध्यम खडी (अंदाजे १५ ते २० मि.मी. लांबीची) + रेती (इमारतीच्या कामाची) ह्या तीन वस्तू १ : २ : ४ ह्या प्रमाणात जमा कराव्या.

१२. क्रमांक ११ मधील सर्व वस्तू एकत्र मिसळून चांगल्या एकजीव झाल्या म्हणजे ह्या मिश्रणाने खड्डा भरून टाकावा. मात्र खड्ड्यात हे मिश्रण ओततांना एका लोखंडी सळईने सर्वत्र सारखे खचून भरावे व त्यावर सतत धुमस मारावा.

सूचना: खड्ड्यात सिमेंटचे मिश्रण ओतत असताना खड्ड्यात लोंबत असलेले लाकडी ठोकळे सिमेंटच्या भाराने एका बाजूला कलणार नाहीत ह्याची दक्षता घ्यावी. हे ठोकळे खड्ड्याच्या तळाशी काटकोनात असणे आवश्यक आहे.

१३. खड्डा वरपर्यंत भरून झाल्यानंतर लगेच पंधरा मिनिटांच्या आत हे लाकडी ठोकळे सरळ वरच्या दिशेने ओढून काढावे. ठोकळे ओढून काढताना ते अत्यंत सावधपणे ओढावे.

१४. खड्डा भरून झाल्यावर साधारणतः दोन तासांनी त्यावर सिमेंटची रिकामी पोती पाण्यात भिजवून पसरून टाकावी.

१५. ज्या दिवशी खड्डा भरला असेल त्याच्या दुसऱ्या दिवसापासून यंत्राच्या पाया (Foundation) वर सतत दहा दिवसपर्यंत पाणी राहू द्यावे. ह्यामुळे कॉंक्रिट चांगल्या प्रकारे घट्ट होईल (Set).

वरीलप्रमाणे यंत्राचा पाया तयार झाल्यावर त्यावर नरम पोलादाच्या निमुळत्या पट्ट्या (Taper wedges) अर्थात पाचरी ठेवाव्या व त्यांवर यंत्र चढवावे व यंत्राच्या पट्टावर 'पाणसळ' (अचूकता ० . ०२ मि.मी./मीटर) ठेवून पूर्वी प्रकरण क्रमांक ८ मध्ये सांगितल्याप्रमाणे यंत्राचे समतलन करून घ्यावे. नंतर फक्त रेती व सिमेंट ह्यांचे ४ : १ ह्या प्रमाणात पातळ मिश्रण करून घेऊन ते पायामधील बोल्टचे आजूबाजूंना ओतावे. नंतर चार-सहा दिवस त्यावर पाणी मारून पुन्हा एकदा यंत्राचे समतलन करून घ्यावे.

टीप: कोणत्याही यंत्रोपकरणाचे समतलन (Levelling) ते नवीन विकत आणल्यानंतर फक्त एकदाच करावे लागते, ही सर्वांची समजूत निव्वळ भ्रामक आहे. अंदाजे चार-सहा महिन्यांनी परत परत हे समतलन करणे जरूर असते. कारण, यंत्रावर पडणाऱ्या कर्तन-दाबांमुळे, जमिनीतील अंतर्गत हालचालीमुळे यंत्राचा पाया अत्यंत सूक्ष्म प्रमाणात नेहमीच खचत असतो. कोणत्याही यंत्राची अचूक काम करण्याची क्षमता त्याच्या अचूक समतलनावर आधारलेली असते. जितक्या प्रमाणात यंत्राचे अचूकपणे समतलन केलेले असेल तितक्या प्रमाणात ते जास्त अचूक काम देते. जर यंत्राचे वरचेवर समतलन केले नाही तर त्याच्या

पट्टाला सूक्ष्म प्रमाणात पीळ पडत जातो व कालांतराने इतर भागांनादेखील इजा पोहोचते.

वरीलप्रमाणे कातन यंत्राची उभारणी झाल्यानंतर त्याचे सर्व नियंत्रकांत योग्य ते तेल जरूर त्या पातळीपर्यंत भरून यंत्र चालू करावे.

टीप : नवीन यंत्रात प्रथम थोडे तेल टाकून ते मध्यम अगर कमी गतीत चालवून तेल काढून टाकावे व नंतर नवीन तेल भरावे. तसेच, सुरुवातीला यंत्रावर पूर्ण जोर पडेल अश बेताने काम करू देऊ नये; त्याचे ५०० तासपर्यंत एकूण काम झाले म्हणजे मग तेल बदलून मगच कोणत्याही गतीमध्ये काम करण्यास कातान्यास परवानगी द्यावी.

कातन यंत्राची निगा व दुरुस्ती.—यंत्राची निगा राखण्याचे मुख्यत: दोन प्रकार आहेत. एक म्हणजे यंत्र बंद पडल्यावर करावयाची दुरुस्ती व दुसरा प्रकार म्हणजे यंत्र शक्यतो बंदच पडू नये अशा बेताने करावयाची निवारक दुरुस्ती (Preventive maintenance) व देखभाल.

कोणतेही यंत्र बंद पडल्यावर कराव्या लागणाऱ्या दुरुस्तीच्या खर्चापेक्षा निवारक दुरुस्ती व देखभालीला जास्त खर्च येतो, असा कित्येकांचा आक्षेप आहे. पण हे खरे नाही. यंत्र बंद पडल्यामुळे होणाऱ्या नुकसानीपेक्षा हा निवारक दुरुस्तीचा व निगा ठेवण्याचा खर्च बराच कमी असतो असा प्रत्यक्ष अनुभव आहे. ह्यावरून वरील कल्पना कशी चुकीच्या माहितीवर आधारलेली व भ्रामक आहे ते दिसून येईल. कोणत्याही कातन यंत्रामध्ये सततची दुरुस्ती कोणत्या भागांची करावी लागते व कोणते नग (Parts) नेहमी बदलावे लागतात ते यंत्राच्या ग्राहकाला ठाऊक असले पाहिजे. सर्वसाधारणत: पुढील भागांची झीज जास्त प्रमाणात होत असल्याने ते सुटे भाग कारखान्यात नेहमी तयार ठेवावे. शक्य तर हे सुटे भाग यंत्राच्या मूळ उत्पादकाकडूनच घ्यावे; ह्यामुळे ते चांगल्या बनावटीचे योग्य त्या धातूचे मिळू शकतात.

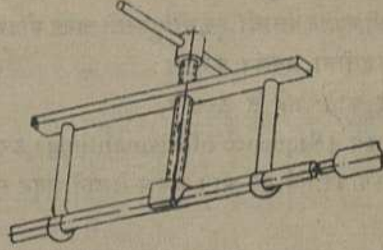
१. बदल चक्रांचे गळपट्ट (Collars),
२. बदल चक्रांमधील खास करून सर्वांत लहान दंतचक्र,
३. चक्रांगणामधील दंतचक्रे,
४. हत्यार धारकाधाराचे बोल्ट्स,
५. शेपटाचे आधारामधील सूत्रकाचा नट,
६. चलित्रापासून यंत्र कप्पीला गती देणारे रबरी पट्टे, व
७. घर्षण ग्रामणा (Friction clutch) मधील चकत्या (Plates).

पुढील भाग कातान्याच्या निव्वळ निष्काळजीपणामुळे वाकडे होतात :

१. अग्रीम सूत्रक,
२. चाल दंड.

हे दोन्ही भाग दाब देऊन सरळ करता येतात. दाब देण्यासाठी एक प्रकारचे विशेष साधन तयार करावे लागते. (आकृती क्रमांक ३१ पाहा.) याखेरीज यंत्राचे भाग दीर्घ काळ काम केल्यानंतर बदलावे लागतात.

आकृती क्रमांक ३१



कातन यंत्रामधील सर्व तेले यंत्रोत्पादकाच्या सूचनांनुसार ठराविक वेळी बदलावीत. त्यामुळे होणारे भावी नुकसान टळेल. कातन यंत्राची दंतचक्रे, पट्टे खराब होण्याची कारणे मुख्यत: पुढीलप्रमाणे देता येतील.

दंतचक्रे खराब होण्याची कारणे

१. दंतचक्राच्या कार्यकारी भागाची सतत वापरामुळे होणारी झीज.

२. दंतचक्राचा एक अगर त्याहून अधिक दाता तुटणे.

३. मोठ्या दंतचक्राच्या मधल्या दांडीला गेलेला एखादा तडा.

४. दंतचक्राच्या चावी गाळयाचे होणारे प्रसरण हे बहुधा निष्काळजीपणाच्या वापरामुळे होते.

५. बदल चक्रांची जुळणी जरुरीपेक्षा जास्त घट्ट, अगर जास्त सैल केल्यामुळे.

टीप : दंतचक्राच्या जुळणीमधील समोरासमोरच्या दोन दात्यांमधील अंतर नेहमी ठराविक प्रमाणात असावे लागते. हे अंतर नेमके किती आहे ते तपासण्यासाठी शिशाची एक पातळ पट्टी जिची जाडी अंदाजे ०.५ मि.मी. आहे व रुंदी, जी दंतचक्र जुळणी तपासावयाची असेल तिच्या रुंदीएवढी घेऊन ती दोन चक्रांत अडकवून यंत्राचा तर्कू फिरविला असता ही शिशाची पातळ पट्टी दंतचक्राच्या जुळणीमधून एकीकडून आत जाऊन दुसरीकडून बाहेर पडेल. नंतर तिची जाडी बाह्य सूक्ष्ममापकाने (Outside micrometer) मापावी व योग्य तो फरक जुळणीत करावा.

पट्टे खराब होण्याची कारणे

१. नेहमीच्या सतत वापरामुळे,

२. हे पट्टे ज्या कप्पीवर बसतात त्या दोन कप्प्या समोरासमोर नसल्याने,

३. हे पट्टे कप्पीच्या ज्या गाळ्यात बसतात त्या गाळ्यांचा कोन पट्टाच्या कोनापेक्षा कमी अगर जास्त असल्यास,

४. पट्ट्यावर तेल पडल्यामुळे.

सूचना : कोणत्याही कातन यंत्राची जुळणी/दुरुस्ती अगर मोडणी (Dismantling) करण्यापूर्वी पुढील पद्धतीचा अवलंब करावा :

१. चूक नेमकी कोठे आहे ते ठरवावे.

२. मोडणीचा क्रम (Sequence of dismantling) ठरवावा.

३. मोडणी झाल्यावर सर्व सुटे भाग प्रथम तेलाने धुवून स्वच्छ करावे व पुसून कोरडे करावे.

४. कोणत्या सुटया भागावर नेमकी कोणत्या ठिकाणी व किती झीज झाली आहे ते ठरवावे.

५. योग्य ती दुरुस्ती करावी.

६. विविध भागांची जोडणी (Assembly) करावी.

७. जोडणी केलेली विविध यंत्रांगे एकत्रित करून जोडावी.

८. यंत्रावर काम लावून ते चालू करावे व दुरुस्ती योग्य तशी व्यवस्थित झाल्याबद्दल यंत्र चालू स्थितीत ठेवून निरीक्षण करावे.

टीप : कोणत्याही यंत्राची उत्तम कार्यक्षमता पुढील गोष्टींवर अवलंबून असते :

१. यंत्राच्या अपेक्षित दुरुस्तीबाबत व्यक्तविलेला अचूक अंदाज.

२. यंत्राची व्यवस्थितपणे केलेली मोडणी व जोडणी.

३. योग्य त्या भागाची केलेली दुरुस्ती.

४. यंत्राचे सतत केलेले समतलन.

५. यंत्राची सतत केलेली कार्यकारी तपासणी.

परिशिष्ट

विविधोपयोगी तक्ते

तक्ता क्रमांक १

पट्टाच्या विविध धातूंच्या रासायनिक मिश्रणाचे प्रमाण

धातूचा प्रकार	कर्ब %	सैकजा %	लोहक %	गंधक %	भास्व्य %	रुपातू %	वर्णातू %	तांबे %	काठिण्य श्रेणी BHN
*1	3·55	0·90	0·65	0·05	0·20 जास्तीत जास्त	1·00 ते 1·50	0·50	...	200
*2	4·10	1·10	0·90	0·12	...	1·00 ते 1·50	0·50	...	240
†3	3·20 ते 3·40	1·60 ते 1·80	0·80 ते 1·00	...	...	...	0·20 ते 0·30	0·40	240
‡4	2·90 ते 3·10	1·40 ते 1·80	0·70 ते 0·90	0·12 जास्तीत जास्त	0·40 जास्तीत जास्त	...	...	...	170 ते 241
‡5	2·80 ते 3·00	1·20 ते 1·60	0·80 ते 1·00	0·12 जास्तीत जास्त	0·40 जास्तीत जास्त	...	...	...	170 ते 241

‡6	2·70 ते 2·90	1·10 ते 1·40	0·80 ते 1·00	0·12 जास्तीत जास्त	0·40 जास्तीत जास्त	...	...	...	170 ते 241
*7	2·90 ते 3·20	0·90 ते 1·10	0·65 ते 0·90	0·12 जास्तीत जास्त	0·20 जास्तीत जास्त	1·00 ते 1·50	0·50	मौलातू 1·00 ते 1·50	200 ते 240
§8	3·15	1·40	0·87	0·11	0·15	...	...	...	...

* Principles of Metal Casting—R. W. Heine & P. C. Rosenthal.

† A Prominent Machine Tool Maker from India.

‡ Fundamental Principles of Machine Building Technology—Prof. T. N. Loladze & Mr. D. V. Kapoor.

§ Typical Microstructures of Cast Metals—Institution of British Foundrymen.

तक्ता क्रमांक २*

रुपातू पोलादाचे रासायनिक मिश्रण

मिश्र पोलादाचे नाव (EN-क्रम)	कर्ब %	सैकजा %	लोहक %	गंधक %	भास्व्य %	रुपातू %	वर्णातू %	मौलातू %
EN-8 ..	0·30 ते 0·45	0·10 ते 0·35	1·50 उच्च स्तरावर	0·06	0·06	1·00 गरजेनुसार	...	...
EN-9 ..	0·50 ते 0·60	0·10 ते 0·35	0·50 ते 0·80	0·06	0·06	...	...	...
EN-19 ..	0·35 ते 0·45	0·10 ते 0·35	0·50 ते 0·80	0·05	0·05	...	0·90 ते 1·50	0·20 ते 0·40

*B. S. 1111.

तक्ता क्रमांक ३*

स्थिर भारू करावयासाठी वापरात असलेल्या विविध धातूंच्या रासायनिक मिश्रणाचे प्रमाण

SAE क्रम	कथील %	शिसे %	नेपालिक %	अंजन %	तांबे %	जस्त %	रुपातू %	भास्व्य %	चांदी %	लोह %	स्फटयातू %
1. SAE 10	90·0	0·5	0·1	4·5	4·5	...	...	...	...	...	...
2. SAE 13	6·0	84·0	0·2	10·0	0·5	...	...	...	...	...	...
3. SAE 64	10·0	9·5	...	0·5	80·0	0·75	0·5	0·25	...	...	...
4. SAE 48	0·25	28·5	...	...	70·5	0·1	...	...	1·5	0·35	...
5. Aluminium	6·5	...	...	...	1·0	...	1·0	...	...	...	91·5

*Fundamentals of Mechanical Design—R. M. Phelan.

तक्ता क्रमांक ४*

तीव्र गती पोलादाच्या धातूंच्या रासायनिक मिश्रणाचे प्रमाण (केत्वातू तीव्र गती पोलाद)

प्रकार	कर्व %	सैकजा %	लोहक %	चंडातू %	वर्णातू %	रोचातू %	केत्वातू %	मौलातू %
अ	0·75 ते 0·85	0·20 ते 0·40	0·20 ते 0·30	20·00 ते 22·00	4·50 ते 5·00	1·20 ते 1·60	11·00 ते 12·00	0·20 ते 0·60
ब	0·75 ते 0·85	0·20 ते 0·40	0·20 ते 0·30	18·00 ते 20·00	4·50 ते 5·50	1·20 ते 1·60	5·00 ते 6·00	0·20 ते 0·60
क	0·75	...	...	14·00	4·00	2·00	5·00	0·50
ड	0·80	...	...	20·00	4·00	2·00	8·00	0·60

*A Study of Machine Tool Manufacture—S. G. Bhide.

तक्ता क्रमांक ५*

तीव्र गती पोलादाच्या धातूंचे रासायनिक मिश्रण (चंडातू तीव्र गती पोलाद)

प्रकार	कर्ब %	सैकजा %	लोहक %	चंडातू %	वर्णातू %	रोचातू %	मौलातू %
अ	0·70–0·80	0·20–0·40	0·20–0·30	18·00–20·00	4·00–5·00	1·20–1·60	. . .
ब	0·60–0·70	0·20–0·40	0·20–0·30	14·00–16·00	3·25–3·75	0·25–0·75	. . .
क	0·80	. . .	. . .	10·00	4·00	2·00	0·70

*A Study of Machine Tool Manufacture—S. G. Bhide.

तक्ता क्रमांक ६*

तीव्र गती पोलादाच्या धातूंचे रासायनिक मिश्रण (मौलातू तीव्र गती पोलाद)

प्रकार	कर्ब %	मौलातू %	चंडातू %	वर्णातू %	रोचातू %	केत्वातू %
अ	0·80	4·00–5·50	6·00	4·50	1·35	...
ब	0·80	9·00	1·50	4·00	1·00	...
क	0·80	9·00	...	4·00	2·00	...
ड	0·80	9·00	1·50	4·00	1·50	5·00

*A Study of Machine Tool Manufacture—S. G. Bhide.

तक्ता क्रमांक ७*

नमुन्यावर ठेवावयाच्या आकुंचन परवान्याचे अनुज्ञेय प्रमाण

ओतीव धातू	नमुन्याचा व्यास मि.मी.	बनविण्याचा प्रकार	आकुंचन परवाना मि.मी./१०० मि.मी.
लिखिजात्मक बीड .. (काळे)	600 पर्यंत	आंतरकाशिवाय	1·04
	625–1200		0·83
	1200 चे पुढे		0·69
	600 पर्यंत	आंतरकासहित	1·04
	625–900		0·83
	900 चे पुढे		0·69
स्फटधातू ..	1200 पर्यंत	आंतरकाशिवाय	1·30
	1225–1800		1·17
	1800 चे पुढे		1·04
	600 पर्यंत	आंतरकासहित	1·30
	625–1200		1·04 ते 0·52
	1200 चे पुढे		1·17 ते 1·30
पितळ ..	...	...	1·56
कासे ..	...	...	1·04 ते 2·08

*Cast Metals Hand Book—American Foundrymen's Society.

तक्ता क्रमांक ८*

नमुन्यावर ठेवावयाच्या यंत्रण परवान्याचे अनुज्ञेय प्रमाण

नमुन्याचे माप मि.मी.		भोक मि.मी.	पृष्ठभाग मि.मी.	निमुळती बाजू मि.मी.
बिडासाठी—				
150 पर्यंत	..	3·17	2·38	4·76
150–300	..	3·17	3·17	6·35
300–500	..	4·76	3·96	6·35
500–900	..	6·35	4·76	6·35
900–1500	..	7·93	4·76	7·93
पितळेसाठी—				
75 पर्यंत	..	1·58	1·58	1·58
75–200	..	2·38	1·58	2·38
200–300	..	2·38	1·58	3·17
300–500	..	3·17	2·38	3·17
500–900	..	3·17	3·17	3·96
900–1500	..	3·96	3·17	4·76

*Cast Metals Hand Book—American Foundrymen's Society.

तक्ता क्रमांक ९*

वाळू चाळण्याच्या चाळणीचे (अमेरिकन) मानक

अमेरिकन मानक क्रमांक	चाळणीच्या भोकाचा व्यास मि.मी.	अमेरिकन मानक क्रमांक	चाळणीच्या भोकाचा व्यास मि.मी.
4	. . .	40	0·417
6	3·360	50	0·295
8	. . .	70	0·210
12	1·651	100	0·149
16	. . .	140	0·105
20	0·840	200	0·074
30	0·589	270	0·053

*Cast Metals Hand Book—American Foundrymen's Society.

जाडी वाळू—क्रमांक 16, 20, 30

मध्यम वाळू—क्रमांक 30, 40, 60

बारीक वाळू—क्रमांक 80, 100, 150

वाळूचे खालील नमुने चांगल्या गुणधर्माचे नसल्यामुळे शक्यतो वापरू नये:

जाडी वाळू—क्रमांक 4, 6, 10, 16, 20

बारीक वाळू—क्रमांक 200, 300

तक्ता क्रमांक १०*

भारतीय चिकणमातीच्या रासायनिक मिश्रणाचे प्रमाण

चिकणमातीचा प्रकार	सैकजा %	स्फटचातू %	अयस जारेय %	रंजातू जारेय %	चूर्णातू जारेय %	क्षारातू जारेय %	भ्राजातू जारेय %	गरम केल्यामुळे होणारी वजनातील घट %
काश्मिरी चिकणमाती ..	53·00	16·20	...	...	1·85	0·80	7·70	22·00
कच्छ चिकणमाती—1 ..	48·42	24·55	3·92	...	4·36	1·83	6·58	10·07
कच्छ चिकणमाती—2 ..	45·96	17·18	8·63	0·80	2·19	3·00	3·51	19·00
भावनगर चिकणमाती ..	42·03	21·13	12·48	2·48	1·36	3·15	2·69	12·00
राजस्थान चिकणमाती ..	52·93	20·87	8·80	...	0·75	1·48	2·38	13·87
बिहार चिकणमाती ..	43·90	23·50	4·20	3·28	1·21	1·48	0·61	21·82

*फाउंड्री (गुजराथी)—चंद्रकांत पाठक.

तक्ता क्रमांक ११*

उत्तम प्रकारच्या साखरेच्या मळीच्या रासायनिक मिश्रणाचे प्रमाण

		टक्के
1.	राख	6·00
2.	पाणी	25·30
3.	डेक्स्ट्रोझ—ग्लुकोज साखरेचा उतारा	25·28
4.	स्युकोज नॉन-रेड्युसिंग शुगर ..	25·30
5.	गोंद	5·6

*फाऊंड्री (गुजराथी)—चंद्रकांत पाठक.

तक्ता क्रमांक १२*

द्विदल धान्याचे रासायनिक मिश्रण

——	मका दक्षी क्रमांक 1	मका दक्षी क्रमांक 2	सफेद दक्षी	पिवळी दक्षी	साधी दक्षी
पाण्याचे प्रमाण ..	4·00	1·60	8·0	5·00–6·00	7·00 ते 8·00
विलयन ..	85·00	98·00	45·00 ते 50·00	75·00 ते 80·00	93·00 ते 97·00
राखेचे प्रमाण ..	0·30	0·30	0·25	0·30	0·20–0·50
साखरेचे प्रमाण ..	6·00	5·00	4·50	2·10–3·20	...
दक्षी ..	79·00	93·00	41·00 ते 45·00	73·00 ते 80·00	90·00 ते 92·00
पी. एच. मूल्य ..	3·30	3·25	...	...	3·20–3·60
रंगाचे मूल्य ..	292	357	...	...	...
द्रवता १:२ ..	...	...	60–70	45–50	...

* फाऊंड्री (गुजराथी)—चंद्रकांत पाठक.

तक्ता क्रमांक १३*

लोह सैकजा व लोह-लोहकाच्या रासायनिक मिश्रणाचे प्रमाण

नाव	सैकजा %	लोहक %	गंधक %	भास्व्य %	कर्ब %
लोह सैकजा—1†	13·00 चे वर	3·0 पर्यंत	0·04	0·2	1·0–1·5
लोह सैकजा—2†	9·0–13·02	3·0 पर्यंत	0·02	0·2	1·5–2·5
लोह लोहक—1†	2·0 पर्यंत	20·1–25·1	0·03	0·22	5·0–5·5
लोह लोहक—2†	2·0 पर्यंत	15·1–20·0	0·03	0·20	4·5–5·0
लोह लोहक—3†	2·0 पर्यंत	10·0–15·0	0·03	0·18	4·0–4·5
लोह सैकजा—1‡	87–95	0·5 पर्यंत	0·4	0·04	0·05–0·2
लोह सैकजा—2‡	72–78	0·7 पर्यंत	0·4	0·05	0·1–0·25
लोह सैकजा—3‡	43–50	0·8 पर्यंत	0·4	0·05	0·15–0·4

*Melting of Cast Iron and Non-ferrous Alloys—A. Lipnitsky.

† ह्या धातू झोत भट्ट्यांतून (Blast furnace) मिळतात.

‡ ह्या धातू वीज भट्ट्यांतून (Electrical furnace) मिळतात.

तक्ता क्रमांक १४*

कपोलासाठी वापरावयाच्या कोळशाचे गुणधर्म

गुणधर्म		कोळसा क्रमांक 1	कोळसा क्रमांक 2	कोळसा क्रमांक 3
		टक्के	टक्के	टक्के
कोळशाची आर्द्रता (कमाल) ..		4·0	4·0	4·0
गंधक	सरासरी ..	0·45	0·8	1·2
	कमाल ..	0·60	1·0	1·4
राख	सरासरी ..	11·5	10·0	12·0
	कमाल ..	12·8	11·5	14·0
कोळशाचे माप ..		40 मि.मी.	40 मि.मी.	40 मि.मी.
कोळशाची सूक्ष्मता चाळण क्रमांक 40—				
	सरासरी ..	3·0	3·0	3·0
	कमाल ..	4·0	4·0	4·0

*Melting of Cast Iron and Non-ferrous Alloys—A. Lipnitsky.

तक्ता क्रमांक १५*

विविध यंत्रांगांसाठी वापरावयाचे बीड

मिश्र बिडाचे नाव	तयार करावयाची यंत्रांगे	इतर वस्तूंचे तयार नगाच्या वजनाशी प्रमाण
नीच मिश्र बीड . .	गतिनियंत्रक पेटी, चालनियंत्रक पेटी, यंत्राचे पाय.	मिश्रणाच्या इतर वस्तूंचे प्रमाण 2·5 टक्के.
मध्यम मिश्र बीड . .	पट्ट, शेपटाचा आधार . .	मिसळावयाच्या इतर वस्तूंचे प्रमाण 2·5–10·0 टक्के.

*Melting of Cast Iron and Non-ferrous Alloys—A. Lipnitsky.

तक्ता क्रमांक १६*

बिडाच्या कप्पीसाठी उत्केंद्रकतेचा अनुज्ञेय परवाना

कप्पीचे वजन किलोग्राम	कप्पीचा व्यास मि.मी.						
	100	200	300	400	500	700	1000
	उत्केंद्रकतेचे वजन, ग्राम						
5	20	10	7	...	...	...	...
10	40	20	15	10	8	...	...
20	...	40	30	20	15	10	...
30	...	60	40	30	25	20	...
50	...	...	65	50	40	30	...
75	...	...	100	75	60	45	30
100	...	...	...	100	80	60	40
140	...	...	...	...	110	80	60
200	...	...	...	...	160	120	80

*Assembly Practice—A. Krysin and I. Naumov.

पारिभाषिक शब्दसंग्रह

इंग्रजी–मराठी

A

Absolute centre निरपेक्ष केंद्र
Actual dimension प्रत्यक्ष माप
Adjustment समायोजन
Alkaline क्षारकीय
Alkaly क्षारक
Alloy cast iron मिश्र बीड
Aluminium स्फटधातू
Angle plate काटकोन पाटा
Anti-friction bearing घर्षण रोध भारू
Antimony अंजन
Anti-seizure अनाभिग्रहणता
Arsenic नेपालिक
Artificial seasoning कृत्रिम प्राभितापन
Assembly जुळणी

B

Backing sand पृष्ठीय वाळू
Back-lash विगती
Balancing समतोलन, संतुलन
Balancing attachment समतोल उपायोजक
Ball गोळी
Ball bearing गोळी भारू
Base बैठक
Bearing भारू
Bed पट्ट
Bentonite बेंटोनाईट
Bismuth भिदातू
Blow holes लहान लहान छिद्रे
Blows फुगार
Body धड
Bond एकबंध
Bond strength बंध सामर्थ्य
Boring machine वेधन यंत्र
Boring tool वेधन हत्यार
Brake गतिरोधक
Broach machine भुसार यंत्र
Burning ज्वलन

C

Calcium oxide चूर्णातू जारेय
Calcium silicate चूर्णातू सैकतीय
Capital expenditure भांडवली व्यय
Carbon कर्ब
Carbon-di-oxide कर्ब वायू
Carbon steel कर्ब पोलाद
Carburized कर्बयुक्त
Carburizing प्रांगायण
Case आवरण
Cast iron बीड
Cement bonded sand सिमेंटमिश्रित वाळू
Cereal starch powder द्विदल धान्याची पूड

Charging the cupola कपोला चालू करणे
Chemical composition रासायनिक प्रक्रिया, संयोजन
Chemistry of metals धातूच्या रासायनिक प्रक्रिया
Chill अतिशीतक
Chilling अतिशीतन
Chip of metal धातूची काप
Chromium वर्णातू
Chromium nickel steel वर्ण रुपातू पोलाद
Chuck बंधक
Circular accuracy गोलाकार अचूकता
Clay चिकणमाती
Cluster gears चक्रांगण
Clutch ग्रामण
Clutch in निग्रामण
Clutch out उद्ग्रामण
Clutch plate ग्रामणपट्टी, ग्रामण चकती
Coal powder कोळशाची पूड
Cobalt केत्वातू
Coil कुंडलिनी
Coke कोक
Collar गळपट्ट
Compound slide संयुक्त चालिका, संयुक्त सरकपट्टिका
Compressive strength संपीडक शक्ती
Concentric संकेंद्रिय
Contraction आकुंचन
Controlling lever नियंत्रण दंडिका
Convex उदुब्ज, बहिर्गोल
Copper तांबे
Core box आंतरक पेटी
Core print आंतरक छाप
Core sand आंतरक वाळू
Corrosion resistance गंजरोधकता
Coupling द्वित्व
Crank उत्केंद्रक
Cross feed screw ध्रुवीय अग्रीम सूत्रक
Cross section अनुप्रस्थ छेद
Cross sectional area अनुप्रस्थ छेद क्षेत्रफळ
Cross slide ध्रुवीय सरकपट्टिका
Cupola कपोला
Cutter कर्तक
Cutting कर्तन
Cutting force कर्तन दाब
Cutting tool कर्तन हत्यार
Cynide carburizing श्यामेय प्रांगायण
Cyniding श्यामेयण

D

Deal wood देवदार लाकूड
Density घनता
Designer आखनक
Designing आखणी
Dial gauge मापन घडयाळ
Die साचा, रूपदा
Dismantling मोडणी
Distortion विरूपण
Dolomite चूर्ण भ्राजाष्म
Drill व्यध
Dry sand सुकी वाळू

Ductility प्रतन्यन
Dumper पिप
Dynamic load अस्थिर दाब, गतिशील दाब

E

Easy machinability सोपी कर्तकता
Eccentric उत्केंद्रक
Eddy current भ्रमर विद्युत प्रवाह
Efficiency कार्यक्षमता
Elasticity प्रत्यास्थता
Electromagnetic विद्युत चुंबकीय
Embedability न्यावेश
Emery paper घर्षण कागद
Expansion प्रसरण

F

Face मुखपृष्ठ
Facing sand मुखपृष्ठ वाळू
Farm machinery शेती उपकरणे, कृषि अवजारे
Fatigue strength अभिश्रांति शक्ती
Feed box चाल नियंत्रक
Feed shaft चाल दंड
Feeler gauge पोकळीमापक
Ferric oxide अयस जारेय
Ferrogin लोहजिन
Ferro-chrome लोह वर्णातू
Ferro-magnesium लोह भ्राजातू
Ferro-manganese लोह लोहक
Fettling आघात क्रिया
Final assembly अखेरची जुळणी
Finish cut सफाईदार काप
Fire bricks उष्णतारोधक विटा
Fire clay उष्णतारोधक माती
First rough machining पूर्वप्राथमिक यंत्रण
Fixture अडाणा
Fixture designer अडाणे आखनक
Flame hardening ज्योतीय अतितापन
Flux density स्यंद घनता
Force दाब
Forging घडाई
Foundation पाया
Founder कपोला चालक
Frame चौकट
Friction clutch घर्षण ग्रामण
Fuse जोडले जाणे

G

Gate रसद्वार
Gear दंतचक्र
Gear shaper दंतचक्र चिपीटक यंत्र
Geometrical tests ज्यामितीय चाचण्या
Graphitic cast iron लिखिजात्मक बीड
Green sand ओली वाळू
Grinding शाणन
Grip plate जखड पट्टी
Ground शाणित

H

Handle हस्तक
Hand wheel हस्तचक्र
Hardening अतितापन
Head stock गतिनियंत्रक
Heat resistance उष्णतारोध
Helical gear कुंतल दंतचक्र
High speed steel तीव्र गती पोलाद

Honning यांत्रिक विशेषाणन
Horizontal boring machine क्षैतिज वेधन यंत्र

I

Impact प्रघात
Impact resistance प्रघात रोधकता
Induced current प्ररोचित प्रवाह
Induction hardening प्ररोचन अतितापन
Inner cage of bearing भारूची आंतर-वाटिका
Internal stress relieving आंतर-प्रत्यावलावमोचन
Internal structure अंतर्गत संरचना
Iron लोखंड
Iron oxide निस्सादित लोह

L

Laddle दर्वी
Lapping paste विशेषाणन लेप
Lathe कातन यंत्र, वर्तनी यंत्र
Lead शिसे
Lead screw अग्रीम सूत्रक
Least count लघुतम दर्शकांक
Level bottle पाणसळ
Levelling समतलन
Lime चुना
Linear accuracy अनुरेखीय अचूकता
Linear contraction अनुरेखीय आक्रसण
Linseed oil बैल तेल
Liquid Shrinkage द्रव आक्रसण
Load भार
Localized heating स्थानीय औष्णिक प्रक्रिया
Low co-efficient of expansion नीच विस्तरण गुणांक
Lubricant स्नेहल
Lubrication holding स्नेहल धारणा
Lubrication system स्नेहल योजना

M

Machine geometry यंत्र-ज्यामिती
Machine part यंत्रांग
Machine shop यंत्रशाळा
Machine tool यंत्रोपकरण
Machining यंत्रण
Machining marks यंत्रण चिन्हे
Main bore प्रमुख छिद्र
Magnesia भ्राजातु
Magnesium भ्राजातु
Magnesium oxide भ्राजातु जारेय
Maintenance संधारण, देखभाल
Malleable cast iron घडाऊ बीड
Manganese लोहक
Marking block आखणी स्तंभ
Melting वितळण
Melting point द्रवांक, विलयबिंदू
Meshing संमीलन
Mild steel नरम पोलाद
Mobility वाहकता
Molasses साखरेची मळी
Molybdenum मीलातु
Molecular displacement आण्विक विस्थापन
Motor (Electric) चलित्र

Mould साचा
Moulder साचे कारागीर
Moulding sand साचाची वाळू

N

Natural seasoning नैसर्गिक प्राभितापन
Nickel रुपातू
Nickel chrome steel रुप वर्णातू पोलाद
Nitriding भूयेयण
Normalizing समतापन

O

Oil fired furnace तेल फवारी भट्टी
Oil gauge स्नेहलमापक
Oil sight स्नेहलदर्शिका
Organic सेंद्रिय
Outside micrometer बाह्य सूक्ष्म मापक
Oxidizing निस्सादन

P

Parallel shaft समांतर दंड
Parted pattern विभाजित नमुना
Pattern नमुना
Pattern maker नमुना कारागीर
Permeability प्रवेश्यता
Petroleum industry मृत्तैलोद्योग
Phosphorus भास्व्य
Physical properties भौतिक गुणधर्म
Pig iron कलोह
Pin खीळ
Pitch अंतराल
Plain bearing स्थिर भारू
Planer machine सपीटक यंत्र
Plano grinder सपीटक शाणन यंत्र
Plano milling सपीटक पेषण यंत्र
Plasticity नम्यता
Plate चकती
Pouring cup साचाचे मुख
Pressure दाब
Preventive maintenance निवारक दुरुस्ती
Production उत्पादन
Productivity उत्पादकता
Profile दृश्यमानाकार
Profile grinding machine दृश्यमानाकार शाणन यंत्र
Powder metallurgy चूर्णीय धातुशास्त्र
Pulsating current स्पंदी प्रवाह

Q

Quality दर्जा
Quarrying पोखरून काढणे

R

Rack plate निलयदंतिका
Radial drill machine अरीय व्यधन यंत्र
Radial force अरीय दाब
Ramming वाळू दाबण्याचे काम
Real wage वास्तविक वेतन
Reusability पुनर्वापरक्षमता
Rib जोड
Rigidity दृढता
Riser उन्मुख
Rocking action उचल क्रिया
Roller वेल्लन
Roller bearing वेल्लन भारू

Rough cut मोठी काप
Rough machining प्राथमिक यंत्रण
Runner रसवाहिनी
Rust preventive गंजरोधक

S

Saddle खोगीर
Sand making वाळू मिश्रणाची क्रिया
Sand mixer वाळू मिश्रण यंत्र
Sand refinement वाळूचे शुद्धिकरण
Saw dust लाकडाचा भुसा
Scrap भंगार
Screen पडदा (चाळणीचा)
Scroll चक्रव्यूह
Seasoning प्राभितापन
Self-adjusting स्वसमायोजित
Self-centering स्वकेंद्रक
Self-lubricating स्वस्नेहलता
Sensing pin संवेदन दांडी
Sequence of dismantling मोडणीचा क्रम
Shaft दंड
Shot blasting गोळी स्रोत
Silican सैकजा
Skeleton pattern सांगाडा नमुना
Skill कसब
Skilled worker कसबी कारागीर
Slag साय
Slag control सायीवर नियंत्रण
Slide सरकपट्टी
Sliding surface सरकणारा पृष्ठभाग
Soaking आचूषण
Sodium carbonate क्षारातू प्रांगारीय
Sodium cynide क्षारातू श्यामेय
Sodium oxide क्षारातू जारेय
Sodium silicate क्षारातू सैकतीय
Solidification shrinkage अर्धघन आक्रसण
Solid pattern भरीव नमुना
Solid shrinkage घन आक्रसण
Specialized विशेष योग्यताप्राप्त
Spheres गोळ्या
Spindle तर्कू
Split pattern विभाजित नमुना
Sprue रसनलिका
Stainless steel अविकारी पोलाद
Standard size मानद आकार
Steel scrap पोलादाचे भंगार
Stiffness दुर्नम्यता
Strength शक्ती
Stress प्रत्याबल
Stress relieving प्रत्याबलावमोचन
Sub-assembly प्राथमिक जुळणी
Sulphur गंधक
Surface plate पृष्ठपट
Swing frame grinding machine दोलनात्मक चौकट शाणन यंत्र

T

Table पटल
Tailstock शेपटाचा आधार
Taper निमुळते, शुंडाकार
Taper roller bearing शुंडाकारी वेल्लन भारू
Taper wedge निमुळती पट्टी
Tensile strength तणाव शक्ती

Thermal conductivity औष्णिक संवाहकता
Thermal efficiency औष्णिक कार्यक्षमता
Thermal flame औष्णिक ज्योत
Thrust bearing प्रघात सहन भारू
Tin कथील
Titanium रंजातू
Titanium-di-oxide रंजातू द्वि-जारेय
Tool post हत्यार धारकाधार
Transverse strength अनुप्रस्थ शक्ती
Tumbler gear उचल दंतचक्र
Tumbler gear lever उचल दंतचक्र दांडी
Tungsten चंडातू
Turning बाह्यकातण
Twist पीळ

V

Vanadium रोचातू
Vibration कंपन
Vibration damping कंपन अवमंदन
Vibration resistant कंपनरोधक
Vibrator कंपनक यंत्र
Volume परिमिती
Volumetric change परिमितीय बदल
Volumetric contraction परिमितीय आकुंचन
Volumetric difference परिमितीय फरक

W

Watch-maker's lathe घडयाळजीचे कातन यंत्र
Wear झीज
Wear resistance झीजरोधकता
Weld संघात
Working accuracy कार्यकारी अचूकता
Working tests कार्यकारी चाचण्या
Worm shaft भ्रमीदंड
Worm wheel भ्रमीचक्र
Wringing noise लयीत आवाज

Z

Zigzag नागमोडी
Zinc जस्त

मराठी–इंग्रजी

अ

अखेरची जुळणी Final assembly

अग्रीम सूत्रक Lead screw

अंजन Antimony

अडाणा Fixture

अडाणे आखनक Fixture designer

अंतराळ Pitch

अंतर्गत संरचना Internal structure

अतितापन Hardening

अतिशीतक Chill

अतिशीतन Chilling

अनाभिग्रहणता Antiseizure

अनुप्रस्थ छेद Cross section

अनुप्रस्थ छेद क्षेत्रफळ Cross sectional area

अनुप्रस्थ शक्ती Transverse strength

अनुरेखीय अचुकता Linear accuracy

अनुरेखीय आकुंचन Linear contraction

अभिश्रांति शक्ती Fatigue strength

अयस जारेय Ferric oxide

अरीय बल Radial force

अरीय व्यधन यंत्र Radial drill machine

अर्धघन आक्रसण Solidification shrinkage

अविकारी पोलाद Stainless steel

अस्थिर दाब Dynamic load

आ

आकुंचन Contraction

आखणी Designing

आखणी स्तंभ Marking block

आखनक Designer

आघात क्रिया Fettling

आचूषण Soaking

आण्विक विस्थापन Molecular displacement

आंतरक छाप Core print

आंतरक वाळू Core sand

आंतरक पेटी Core box

आंतर-प्रत्याबल Internal stress

आंतर-प्रत्याबलावमोचन Internal stress relieving

आवरण Case

आस Spindle

उ

उचल क्रिया Rocking action

उचल दंतचक्र Tumbler gear

उचल दंतचक्र दांडी Tumbler gear lever

उत्केंद्रक Eccentric, Crank

उत्पादकता Productivity

उत्पादन Production

उदुब्ज Convex

उद्ग्रामण Clutch-out

उन्मुख Riser

उष्णता रोध Heat resistance

उष्णतारोधक माती Fire clay

उष्णतारोधक विटा Fire bricks

ए

एकबंध Bond

ओ

ओली वाळू Green sand

औ

औष्णिक कार्यक्षमता Thermal efficiency

औष्णिक ज्योत Thermal flame

औष्णिक संवाहकता Thermal conductivity

क

कथील Tin

कंपन Vibration

कंपन अवमंदन Vibration damping

कंपनक यंत्र Vibrator

कंपनरोधक Vibration resistant

कपोला Cupola

कपोला चालक Founder

कपोला चालू करणे Charging the cupola

कर्तक Cutter

कर्तन Cutting

कर्तन दाब Cutting force

कर्तन हत्यार Cutting tool

कर्ब Carbon

कर्ब पोलाद Carbon steel

कर्बयुक्त Carburized

कर्ब वायू Carbon-di-oxide

कलोह Pig iron

कसब Skill

कसबी कारागीर Skilled worker

काटकोन पाटा Angle plate

कातन यंत्र Lathe

काप Chip of metal

कार्यकारी अचूकता Working accuracy

कार्यकारी चाचण्या Working tests

कार्यक्षमता Efficiency

कुंडलिनी Coil

कुंतल दंतचक्र Helical gear

कृत्रिम प्राभितापन Artificial seasoning

कृषि औजारे Farm machinery

केत्वातू Cobalt

कोक Coke

कोळशाची भुकटी Coal powder

ख

खीळ Pin

खोगीर Saddle

ग

गंजरोधक Rust preventive

गंजरोधकता Corrosion resistance

गतिनियंत्रक Head stock

गतिरोधक Brake

गतिशील दाब Dynamic load

गंधक Sulphur

गळपट्ट Collar

गोलाकार अचूकता Circular accuracy

गोळ्या Spheres, Balls

गोळी भारू Ball bearing

गोळी स्रोत Shot blasting

ग्रामण Clutch
ग्रामणपट्टी Clutch plate

घ

घडाई Forging
घडाऊ बीड Malleable cast iron
घडयाळजीचे कातन यंत्र Watch-maker's lathe
घन आकसण Solid shrinkage
घनता Density
घर्षण कागद Emery paper
घर्षण ग्रामण Friction clutch
घर्षण रोध भारू Anti-friction bearing

च

चकती Plate
चक्रव्यूह Scroll
चक्रांगण Cluster gears
चंडातू Tungsten
चलित्र Motor (electric)
चाल दंड Feed shaft
चाल नियंत्रक Feed box
चिकणमाती Clay
चुना Lime
चूर्णातू जारेय Calcium oxide
चूर्णातू भ्राजाष्म Dolomite
चूर्णातू सैकतीय Calcium silicate
चूर्णीय धातुशास्त्र Powder metallurgy
चौकट Frame

ज

जखडपट्टी Grip plate
जस्त Zinc
जुळणी Assembly
जोड Rib
जोडले जाणे Fuse
ज्यामितीय चाचण्या Geometrical tests
ज्योतीय अतितापन Flame hardening
ज्वलन Burning

झ

झीज Wear
झीजरोधकता Wear resistance

त

तणाव शक्ती Tensile strength
तांबे Copper
तीव्र गती पोलाद High speed steel
तेल फवारी भट्टी Oil fired furnace

द

दंड Shaft
दंतचक्र Gear
दंतचक्र चिपीटक यंत्र Gear shaper
दर्जा Quality
दर्वी Laddle
दाब Force, Pressure
दुर्नम्यता Stiffness
दृढता Rigidity
दृश्यमानाकार Profile
दृश्यमानाकार शाणन यंत्र Profile grinding machine
देखभाल Maintenance
देवदार लाकूड Deal wood
दोलनात्मक चौकट शाणन यंत्र Swing frame grinding machine
द्रव आकसण Liquid shrinkage

द्रवांक Melting point
द्वित्व Coupling
द्विदल धान्याची पूड Cereal starch powder

घ

घड Body
धातूंच्या रासायनिक प्रक्रिया Chemistry of metals
ध्रुवीय अग्रीम सूत्रक Cross feed screw
ध्रुवीय सरकपट्टिका Cross slide

न

नमुना Pattern
नमुना कारागीर Pattern-maker
नम्यता Plasticity
नरम पोलाद Mild steel
नागमोडी Zigzag
निग्रामण Clutch-in
निमुळती पट्टी Taper wedge
निमुळते Taper
नियंत्रण दंडिका Controlling lever
निरपेक्ष केंद्र Absolute centre
निलय दंतिका Rack plate
निवारक दुरुस्ती Preventive maintenance
निस्सादन Oxidizing
निस्सादित लोह Iron oxide
नीच विस्तरण गुणांक Low co-efficient of expansion
नेपालिक Arsenic
नैसर्गिक प्राभितापन Artificial seasoning
न्यावेश Embedability

प

पटल Table
पट्ट Bed
पडदा Screen
परिमिती Volume
परिमितीय आकुंचन Volumetric contraction
परिमितीय फरक Volumetric difference
परिमितीय बदल Volumetric change
पाणसळ Level bottle
पाया Foundation
पिप Dumper
पीळ Twist
पुनर्वापरक्षमता Reusability
पूर्वप्राथमिक यंत्रण First rough machining
पृष्ठपट Surface plate
पृष्ठीय वाळू Backing sand
पोकळीमापक Feeler gauge
पोखरून काढणे Quarrying
पोलादाचे भंगार Steel scrap
प्रघात Impact
प्रघात रोधकता Impact resistance
प्रघात सहन भारू Thrust bearing
प्रतन्यन Ductility
प्रत्याबल Stress
प्रत्याबलावमोचन Stress relieving
प्रत्यास्थता Elasticity
प्रमुख छिद्र Main bore
प्ररोचन अतितापन Induction hardening
प्ररोचित प्रवाह Induced current

प्रवेश्यता Permeability
प्रसरण Expansion
प्रांगायण Carburizing
प्राथमिक जुळणी Sub-assembly
प्राथमिक यंत्रण Rough machining
प्राभितापन Seasoning

फ

फुगार Blows

ब

बंधक Chuck
बंध सामर्थ्य Bond strength
बहिर्गोल Convex
बाह्यकातण Turning
बाह्य सूक्ष्म मापक Outside micrometer
बीड Cast iron
बेंटोनाईट Bentonite
बैठक Base
बैल तेल Linseed oil

भ

भंगार Scrap
भरीव नमुना Solid pattern
भांडवली व्यय Capital expenditure
भार Load
भारण घेणे Bearing (Verb)
भारू Bearing (Noun)
भारूची आंतरवाटिका Inner cage of bearing
भास्व्य Phosphorus
भिदातू Bismuth
भुसार यंत्र Broach machine
भूयेयण Nitriding
भौतिक गुणधर्म Physical properties
भ्रमर विद्युत प्रवाह Eddy current
भ्रमीचक्र Worm gear
भ्रमीदंड Worm shaft
भ्राजातू Magnesium
भ्राजातू जारेय Magnesium oxide

म

मानक आकार Standard size
मापन घड्याळ Dial gauge
मिश्र बीड Alloy cast iron
मुखपृष्ठ Face
मुखपृष्ठ वाळू Facing sand
मृत्तैलोद्योग Petroleum industry
मोठी काप Rough cut
मोडणी Dismantling
मोडणीचा क्रम Sequence of dismantling
मौलातू Molybdenum

य

यंत्र-ज्यामिती Machine geometry
यंत्रण Machining
यंत्रण चिन्हे Machining marks
यंत्र शाळा Machine shop
यंत्रांग Machine part
यंत्रोपकरण Machine tool
यांत्रिक विशेषाणन Honning

र

रंजातू Titanium
रंजातू-द्वि-जारेय Titanium-di-oxide

रसद्वार Gate
रसनलिका Sprue
रसवाहिनी Runner
रासायनिक क्रिया Chemical composition
रुप वर्णातु पोलाद Nickel chrome steel
रुपातु Nickel
रोचातु Vanadium

ल

लघुतम दर्शकांक Least count
लयीत आवाज Wringing noise
लहान लहान छिद्रे Blow holes
लाकडाचा भुसा Saw dust
लिखिजात्मक बीड Graphitic cast iron
लोखंड Iron
लोहक Manganese
लोहजिन Ferrogin
लोह भ्राजातु Ferro-magnesia
लोह लोहक Ferro-manganese
लोह वर्णातु Ferro-chrome

व

वर्ण रुपातु पोलाद Chrome nickel steel
वर्णातु Chromium
वास्तविक वेतन Real wage
वाहकता Mobility
वाळूचे शुद्धिकरण Sand refinement
वाळू दाबण्याचे काम Ramming
वाळू मिश्रण यंत्र Sand mixer
वाळू मिसळण्याची क्रिया Sand mixing
विगती Back-lash
वितळण Melting
विद्युत चुंबकीय Electromagnetic
विभाजित नमुना Split pattern, Parted pattern
विरूपण Distortion
विलय बिंदू Melting point
विशेष योग्यता प्राप्त Specialized
विशेषाणन लेप Lapping paste
वेधन यंत्र Boring machine
वेधन हत्यार Boring tool
वेल्लन Roller
वेल्लन भारू Roller bearing
व्यधन Drill machine

श

शक्ती Strength
शाणन Grinding
शाणित Ground
शिसे Lead
शुंडाकार Taper
शुंडाकारी वेल्लन भारू Taper roller bearing
शेतकी उपकरणे Farm machinery
शेपटाचा आधार Tail stock
श्यामेयण Cyniding
श्यामेय प्रांगायण Cynide carburizing

स

संकेंद्री Concentric
सघन सळी Close grain (of wood)
संतुलन Balancing
संधात Weld

संधारण Maintenance
सपीटक पेषण यंत्र Plano milling
सपीटक यंत्र Planer machine
सपीटक शाणन यंत्र Plano grinding
संपीडक शक्ती Compressive strength
सफाईदार काप Finish cut
समतलन Levelling
समतापन Normalizing
समतोल उपायोजक Balancing attachment
समतोलन Balancing
समांतर दंड Parallel shaft
समायोजन Adjustment
संमीलन Meshing
संयुक्त सरकपट्टिका Compound slide
सरकणारे पृष्ठभाग Sliding surfaces
सरकपट्टी Slide
संवेदन दांडी Sensing pin
साखरेची मळी Molasses
सांगाडा नमुना Skeleton pattern
साचा Mould, die
साचाची वाळू Moulding sand
साचाचे मुख Pouring cup
साचे कारागीर Moulder
साय Slag
साय नियंत्रण Slag control
सिमेंटमिश्रित वाळू Cement bonded sand
सुकी वाळू Dry sand
सेंद्रिय Organic
सैकजा Silica
सोपी कर्तकता Easy machinability
स्थानीय औष्णिक प्रक्रिया Localized heating
स्थिर भारू Plain bearing
स्नेहल Lubricant, oil
स्नेहलदर्शिका Oil sight
स्नेहल धारण Oil holding
स्नेहल मापक Oil gauge
स्नेहल योजना Lubrication system
स्पंदी प्रवाह Pulsating current
स्फटचातू Aluminium
स्यंद घनता Flux density
स्वकेंद्रक Self-centering
स्वसमायोजित Self-adjusting
स्वस्नेहलता Self-lubricating

ह

हत्यार धारकाधार Tool post
हस्तक Handle
हस्तचक्र Hand wheel

क्ष

क्षारक Alkaly
क्षारकीय Alkaline
क्षारातू जारेय Sodium oxide
क्षारातू प्रांगारीय Sodium carbonate
क्षारातु श्यामेय Sodium cynide
क्षारातु सैकतीय Sodium silicate
क्षैतिज वेधन यंत्र Horizontal boring machine

सूची

—:o:—

संदर्भ ग्रंथांची यादी

1. Assembly Practice—A. Krysin & I. Naumov.
2. Cast Metals' Hand Book—American Foundrymen's Society.
3. Comprehensive English Hindi Dictionary—Dr. Raghu Vira (6th Edn., 1966).
4. Densening & Chilling in Foundry Work—Edward Longden.
5. Fundamental Principles of Machine Building Technology—Prof. T. N. Loladze & Mr. D. V. Kapoor.
6. Fundamentals of Mechanical Design—R. M. Phelan.
7. Gear Cutting Practice—F. H. Colvin & F. A. Stanley.
8. Gear Hand Book—D. W. Dudley.
9. Indian Construction News—Vol. 7, No. 11, Nov. 1958.
10. Maintenance Engineering Hand Book—L. C. Morrow.
11. Maintenance of Industrial Equipment—B. Gelberg & G. Pekelis.
12. Melting of Cast Iron & Non-Ferrous Alloys—A. Lipnitsky.
13. Metallurgy—Edwin Gregory.
14. Principles of Metal Casting—R. W. Heine & P. C. Rosenthal.
15. Study of Machine Tool Manufacture—S. G. Bhide.
16. Test Chart For Lathes—IS 1878-1961.

17. Testing Machine Tools—Dr. G. Schlesinger.

18. The Cupola and its Operation—American Foundrymen's Society.

19. The Institution of Mechanical Engineers Proceedings—Vol. 138, 1938.

20. Tool Engineers' Hand Book—ASTME.

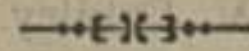
21. Typical Microstructures of Cast Metals—The Institution of British Foundrymen.

22. कातकाम मार्गदर्शक—शंकर गोपाळ भिडे.

23. धातू आणि मिश्र धातूच्या जगात—प्रा. वसंत द. सहस्त्रबुद्धे.

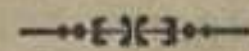
24. फाऊंड्री (गुजराथी)—चंद्रकांत पाठक.

वरील ग्रंथकर्त्यांचे आम्ही ऋणी आहोत.



यंत्रोपकरण निर्मितीबाबत सर्व सल्ला वा माहिती पुढील संस्थांकडून मिळवा :

1. Central Machine Tool Research Institute, Bangalore.
2. Central Mechanical Engineering Research Institute, Durgapur.
3. Indian Institute of Technology, Bombay.















साहित्य आणि संस्कृति मंडळाची
आगामी प्रकाशने

- अंतरिक्ष दर्शन
  व्यं. गो. गोखले
- आकाशदर्शन ॲटलास——१८° उ.
  प्रा. गो. रा. परांजपे
- वनश्रीसृष्टी
  डॉ. म. वि. आपटे
- प्राणिजन्य मानवी रोग
  डॉ. एम. आर. देव
- मानवी शरीरविज्ञान
  डॉ. व्यं. र. साने
- बंधाऱ्याचे स्थापत्यशास्त्र (अनुवाद)
  वि. ह. केळकर
- पाश्चात्य रोगचिकित्सा (अनुवाद)
  डॉ. मधुकर रानडे
- सैद्धांतिक मृत्तिका बलविज्ञान (अनुवाद)
  शं. म. भालेराव

मुद्रणस्थळ : शासकीय मध्यवर्ती मुद्रणालय, मुंबई

यंत्राकडून जास्तीत जास्त काम काढण्यासाठी त्या यंत्राचे अंतरंगही कारागिराला चांगले अवगत असायला हवे. यंत्राचे अंतरंग म्हणजे यंत्राकडून करावयाच्या अपेक्षा व त्या दृष्टीने केलेली यंत्राची रचना व त्याचे निरनिराळे, विशेषेकरून वरून व बाहेरून न दिसणारे भाग. ही सर्व माहिती, भागांची बनावट व त्यांवरील निरनिराळे उपचार यांसह श्री. भिडे यांनी पुस्तकात सर्व तपशिलासह पण थोडक्यात दिलेली असल्याने पुस्तक कातान्याला, त्याची निगा राखणाऱ्या फिटरला, इतकेंच काय पण यंत्रशाळेच्या अभियंत्यालाही उपयुक्त ठरावे.

डॉ. श्री. कृ. ह. ओगले, माजी प्राध्यापक, व्ही.जे.टी.आय., मुंबई

या पुस्तकात दिलेली माहिती फार परिश्रमपूर्वक रा. भिडे यांनी निरनिराळ्या संदर्भ ग्रंथांतून एकत्र करून सुसंबद्ध रीतीने दिली आहे. . . . रा. भिडे यांनी परिश्रमपूर्वक हे पुस्तक लिहिले आहे. हे नवीन कातकामाची माहिती घेणाऱ्यांस उपयुक्त होईल यात शंका नाही. वर्कशॉपमध्ये काम शिकणाऱ्यांस उपयुक्त होतील अशी पुस्तके इतर यंत्रांबद्दलही रा. भिडे यांनी लिहावीत असे मला वाटते.

रावबहादूर श्री. म. बा. तथा शंभोराव जांभेकर

यंत्रनिर्मिती आणि त्याची अंगोपांगे याची माहिती कामगारास अवगत झाल्यास तो अधिक जाणीवपूर्वक वागून उत्पादकता वाढवील.